

La pesquería y propuestas de manejo del pepino de mar *Parastichopus parvimensis* en Baja California, México

Ma. de Lourdes Salgado-Rogel,* Julio Said Palleiro-Nayar,* José Luis Rivera-Ulloa,* David Aguilar-Montero,* Eduardo Vázquez-Solórzano* y Ma. del Carmen Jiménez-Quiroz**

Se determinó la abundancia relativa, la estructura de peso y la densidad poblacional de ejemplares silvestres del pepino de mar *Parastichopus parvimensis*, para establecer su relación con la captura, el esfuerzo, la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) y la distribución de frecuencia del peso de pepinos de mar obtenidos en la captura comercial, todo ello con la finalidad de conocer el efecto que causa la pesquería y proponer estrategias de manejo. La tendencia decreciente de las series de datos históricos de la captura total, por zona de pesca y CPUE, está relacionada con un esfuerzo elevado. Los pepinos de mar se contraen y relajan constantemente, por lo que es preferible considerar el peso en lugar de la talla como indicador de tamaño. La distribución de frecuencias en el peso de la población silvestre indica que en los bancos los individuos son grandes, mientras la captura comercial se centra en ejemplares cuyo peso corporal es inferior al de los ejemplares sexualmente maduros. La densidad presentó variaciones significativas ($p < 0.05$) entre localidades, el promedio máximo se registró en la localidad de Santa Rosalita ($0.821 \text{ ind}\cdot\text{m}^{-2}$), mientras que el mínimo ($0.175 \text{ ind}\cdot\text{m}^{-2}$) en Santo Tomás, Baja California. Se propone que como medida precautoria se capturen individuos de más de 200 g de peso de pared corporal, que se cierren temporalmente las localidades cuya densidad sea menor a $0.2 \text{ ind}\cdot\text{m}^{-2}$ y que se practique la rotación de áreas de cosecha.

Palabras clave: pepino de mar, *Parastichopus parvimensis*, densidad poblacional, captura comercial, manejo.

The fishery and proposed management of sea cucumber *Parastichopus parvimensis* in Baja California, Mexico

Relative abundance, population weight structure and density of wild stocks of sea cucumber *Parastichopus parvimensis* were evaluated, to determine its relation with capture, effort, catch per unit of effort (CPUE) and frequency distribution of individual weight of sea cucumbers obtained in the commercial catch, to determine the impact on the fishery, to suggest management strategies. The decreasing trend of the series of historical data of total catch, by fishing zone and CPUE are related to a high fishing effort. Sea cucumbers contract and relax constantly, therefore the use of weight instead of length is a better size variable. Individual weight frequency distribution indicates that individuals in natural banks are big sized, while commercial catch centers on individuals whose corporal weight is inferior to those sexually mature. Density between localities displayed significant variations ($p < 0.05$), maximum average was registered in Santa Rosalita ($0.821 \text{ ind}\cdot\text{m}^{-2}$), whereas the minimum ($0.175 \text{ ind}\cdot\text{m}^{-2}$) was found in Santo Tomás, Baja California. As a precautionary measure it is suggested that individuals are captured $> 200 \text{ g}$ of body wall weight, that localities with densities lower than $0.2 \text{ ind}\cdot\text{m}^{-2}$ are temporarily closed and that fishing area rotation is practiced.

Key words: sea cucumber, *Parastichopus parvimensis*, density, commercial catch, management.

Introducción

Muchas especies tropicales de pepino de mar almacenan sustancias tóxicas que utilizan para de-

fenderse de sus depredadores, pero *Parastichopus parvimensis* (Clark, 1913) está libre de ellas, por lo que en países asiáticos es apreciado para consumo humano. Su distribución geográfica comprende desde el Golfo de Alaska, EU, hasta Baja California Sur, México. Habita en fondos de roca, arena y fango, desde aguas superficiales hasta 61 m de profundidad, se alimenta de detritus orgánico y de pequeños organismos presentes en el sedimento (Woodby *et al.*, 2000). Estos

* Centro Regional de Investigación Pesquera-Ensenada. INAPESCA-SAGARPA. Apartado Postal 187. CP 22760, Ensenada, Baja California, México. rogel_rogel@hotmail.com.

** Centro Regional de Investigación Pesquera de Manzanillo, INAPESCA-SAGARPA, Playa Ventanas s/n, Apartado postal 591. CP 28200, Manzanillo, Colima, México.

animales son un componente muy importante de las comunidades bentónicas de la zona submareal, ya que reciclan los nutrientes y “limpian” el ambiente (Yingst, 1982).

Los pepinos de mar son dioicos y la proporción sexual es 1:1 durante la etapa reproductiva; sin embargo, este periodo varía latitudinalmente en la costa occidental de Baja California, ya que en las poblaciones de las bahías de Todos Santos y del Rosario, ubicadas en el norte de la península, sucede en el lapso primavera-verano, mientras que en Isla Natividad y en Bahía Tortugas, localizadas en el centro de la península, es en invierno-primavera (Fajardo-León *et al.*, 2008). Por otro lado, las gónadas completamente desarrolladas se observan en individuos cuyo peso varía entre 120 y 160 g de peso corporal (Pérez-Plascencia, 1995; Espinoza-Montes, 2000; Fajardo-León *et al.*, 2008) y comienzan a reproducirse alrededor de los dos años de vida (Pérez-Plascencia, 1995).

Existe poca información sobre su dinámica poblacional. Muscat (1982) menciona que el reclutamiento es esporádico y que la mortalidad natural es muy alta, mientras que Schroeter *et al.* (2001) encontraron variaciones estacionales en la densidad de este pepino de mar en California, EU, y registraron los valores más altos en primavera y los más bajos durante el otoño.

La sobreexplotación de pesquerías tradicionales de alto valor comercial en Baja California, como las de abulón, langosta y erizo rojo, ha dado lugar a la búsqueda de nuevos recursos. En 1989 inició formalmente la captura de esta especie de pepino de mar, principalmente por los pescadores de erizo rojo que obtuvieron permisos de extracción comercial, por lo que es complementaria y alterna a la de erizo. Actualmente, los usuarios del recurso son, en su mayoría, permisionarios de erizo rojo y morado, quienes utilizan las mismas zonas de pesca, equipos y sistema de captura (buceo semiautónomo tipo Hooka). El equipo consta de una embarcación que operan tres tripulantes: motorista, cabo de vida y un buzo (Salgado-Rogel y Palleiro-Nayar, 2008).

La pesca se realiza sobre la costa del Pacífico, desde Ensenada, Baja California, hasta Bahía Asunción, Baja California Sur. En la entidad sureña se sigue el esquema de pesca de fomento, mientras que en Baja California es de tipo co-

mercial. Durante 2007, la captura, el procesamiento y la comercialización de este recurso proporcionaron 700 empleos directos y una derrama económica de 600 mil dólares estadounidenses. El precio en playa varía de dos a tres dólares por kilogramo de peso vivo; ya deshidratado se exporta a China y Corea, donde puede llegar a costar hasta 100 dólares el kilogramo.

En México, *P. parvimensis* está exento de la NOM-059-ECOL-2001 que incluye las especies con protección especial (DOF, 2002); sin embargo, la Carta Nacional Pesquera (DOF, 2004), instrumento jurídico normativo, menciona que la pesquería de pepino de mar se encuentra en deterioro y que los lineamientos de manejo deben estar basados en cuotas de captura, con la extracción de 10% de la biomasa explotable, que la pesca debe ser diurna y que es conveniente desarrollar su cultivo.

El objetivo de este trabajo fue determinar la abundancia y describir la estructura de peso en la captura comercial de *P. parvimensis* y en nueve localidades para determinar cómo ha afectado la pesca a la población y recomendar estrategias de manejo adicionales a las incluidas en la Carta Nacional Pesquera, para contribuir a la preservación del recurso, con el propósito de que continúe brindando beneficios económicos a las familias de la región.

Materiales y métodos

La pesquería del pepino de mar *P. parvimensis* se efectúa en el litoral occidental de Baja California, desde la frontera con EU hasta la bahía El Rosario. Para efectos de estudio, el área de pesca se clasificó según el sistema convencional por Zona Administrativa de Pesca (ZAP) empleado en la pesquería de erizo. La ZAP I se localiza desde la frontera con EU hasta Punta Banda, la ZAP II de Punta Banda a Punta Colonet, la ZAP III de Punta Colonet al Socorro y la ZAP IV del Socorro a Punta Blanca (Fig. 1).

Este trabajo comprendió tres aspectos: el primero fue el análisis del registro histórico de la producción de 35 organizaciones pesqueras, cuya información fue proporcionada a la Subdelegación de Pesca en la entidad, en la forma de bitácoras y avisos de arribo; en esos documentos

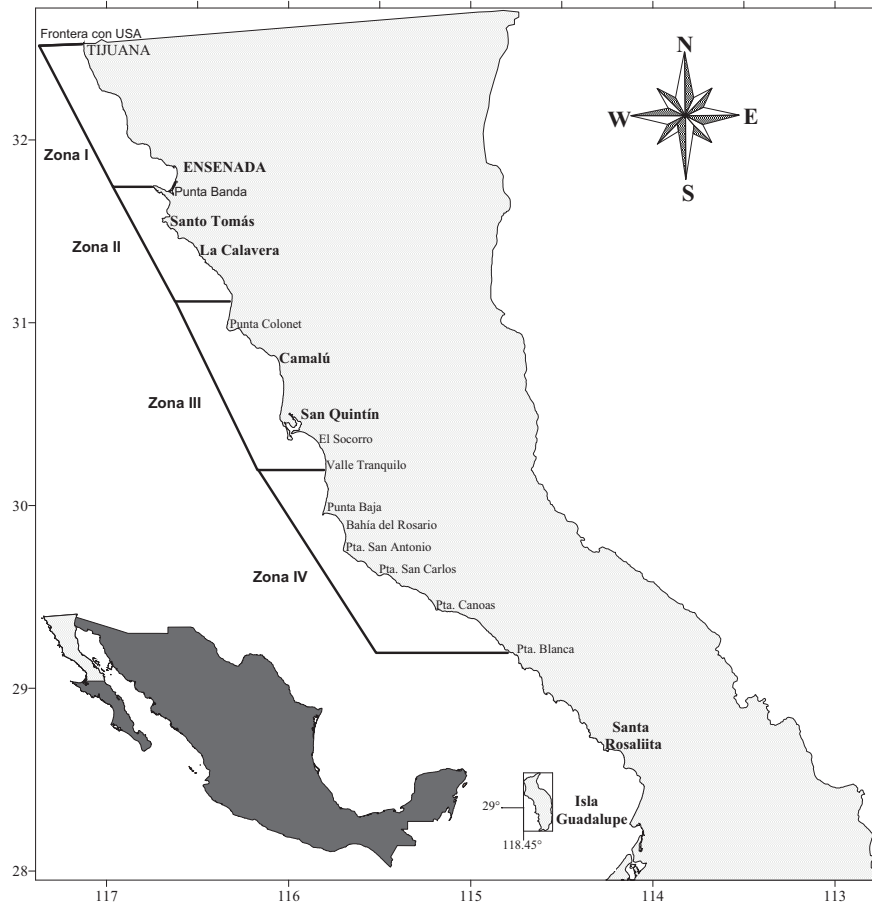


Fig. 1. Zonas de pesca de pepino de mar *Parastichopus parvimensis* en Baja California, México.

se describe la captura total (Ct) de ejemplares enteros por año y la captura por unidad de esfuerzo (CPUE), equivalente al peso de los pepinos enteros capturados por equipo de pesca por día.

El segundo aspecto consistió en determinar la estructura de peso (g) y talla (mm) de los organismos capturados por los pescadores comerciales, para lo que se realizaron muestreos en playa y plantas de procesamiento entre marzo y julio de 2007. El monitoreo fue aleatorio e independiente y el tamaño mínimo de muestra fue de 50 kg de peso entero por embarcación. El peso se agrupó en intervalos de 20 g, ya que fue el más adecuado para distinguir las diferentes clases. Para determinar el peso de la pared corporal y el porcentaje de pérdida de peso por evisceración, se pesaron 200 individuos antes y después de extraerles las vísceras y la gónada.

El tercer aspecto de este trabajo fue la descripción de la distribución de frecuencias del peso (g) y la densidad poblacional (D) de bancos silvestres. Los datos se obtuvieron mediante

buceo durante la primavera y el verano de 2007 en nueve lugares; siete de ellos están dentro de las ZAP, en áreas tradicionales de pesca: norte de islas Todos Santos, Santo Tomás, La Calavera, Punta Colonet, norte de Punta Baja (ubicada al oeste de El Rosario), bahía El Rosario y sur de Punta Baja.

Los otros dos lugares están fuera de las ZAP, el primero en Isla Guadalupe que, aunque es de acceso restringido, tiene vocación pesquera; mientras que el segundo sitio se ubica en Santa Rosalita, a más de 650 km al sur de Ensenada y por su lejanía no es área tradicional de pesca.

Los bancos de pepino de mar se localizaron con el apoyo de los pescadores; los muestreos fueron del tipo aleatorio estratificado y se realizaron mediante transectos en franja de 10x2 m (20 m²) en sitios cuya profundidad es de 15 a 36 m; el número de transectos fluctuó entre ocho y 12 dependiendo del tamaño de los bancos, por lo que la cantidad total de unidades de muestreo fue de 102 transectos.

Los pepinos de mar se colocaron en bolsas de plástico para evitar la pérdida de vísceras y posteriormente fueron pesados y medidos. Por otro lado, el mismo individuo fue medido varias veces a lo largo de un intervalo de quince minutos para establecer la fluctuación de la talla y la confiabilidad de esta medida como estrategia de manejo. Los datos de talla y peso se ajustaron a un modelo de regresión exponencial con 95% de confianza (Zar, 1998).

Para comparar la D registrada en las nueve localidades, cada una de ellas fue considerada como tratamiento; el contraste se realizó con un modelo lineal generalizado tipo Poisson con función de enlace logarítmica que se aplica cuando la distribución de los datos no es normal y su varianza es heterogénea. Para distinguir el o los tratamientos significativamente diferentes, se hicieron comparaciones sucesivas entre éstos con la prueba de colapso de grupo incluida en el programa S-Plus (Crawley, 2002). Por otro lado, la densidad promedio fue representada en un mapa con el programa Surfer 8.01 (Golden Software, 2002), y se discuten los resultados.

Resultados

Captura anual

La captura del pepino de mar *P. parvimensis* inició en la costa occidental de Baja California en 1989 con 53 t, se incrementó paulatinamente hasta 1992, cuando se obtuvo la Ct máxima, de 723 t (Fig. 2). En la serie histórica se observa otro pico importante en 1996 (637 t); después de ese año, la tendencia de la captura fue negativa, por lo que fluctuó alrededor de 250 t en el último lustro.

Captura y esfuerzo por zona de pesca

La captura por zona administrativa de pesca (ZAP) empezó a registrarse en 1994. En las cuatro ZAP, la producción más elevada se obtuvo en el periodo comprendido entre 1994 y 1996 (Fig. 3), y a partir de este último año decreció paulatinamente, aunque con algunos pequeños incrementos, como el acontecido en 2000. El esfuerzo total en las cuatro ZAP es de 119 equipos con permiso para la pesca de este pepino de mar. La ZAP IV ha sido la más productiva, con un valor

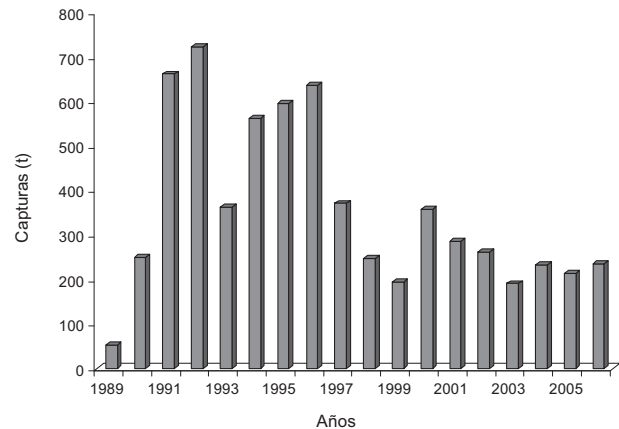


Fig. 2. Captura anual (t) de pepino de mar entero en Baja California, México. Fuente: avisos de arribo de 35 unidades productivas, Subdelegación de Pesca en Baja California.

máximo alcanzado en el año 1994 (425 t) y a partir de entonces disminuyó hasta alcanzar 150 t en años recientes (Fig. 3); en esta zona el esfuerzo ha sido mayor porque hay 47 equipos de pesca.

La ZAP I ha ocupado el segundo lugar por el volumen de las capturas; la máxima producción fue de 301 t (1995), pero en los últimos cinco años los permisionarios obtuvieron en promedio 53 t; esta ZAP también ocupa el segundo lugar en esfuerzo de pesca, ya que hay 36 embarcaciones autorizadas en ella. En la ZAP III la pesca de pepino inició en 1994 y la mayor producción (123 t) se alcanzó en 1996; en el último lustro la captura promedio ha sido de alrededor de 18 t, excepto en 2003 cuando los pescadores no utilizaron el recurso; en esta ZAP hay registrados 10 equipos.

La ZAP II ha sido la menos productiva, pero las variaciones de la captura han sido menos drásticas que en las otras zonas de pesca: la máxima se reportó (61 t) en 1996 y la mínima (1.19 t) en 2001, debido a que orientaron el esfuerzo hacia otros objetivos (León-Cortés, *com. pers.*¹); en años recientes la producción promedio ha fluctuado alrededor de 45 t y en dicha zona hay 26 embarcaciones con permiso para la pesca de pepino de mar.

Por otro lado, el número de varaderos fue de uno o dos por localidad y la cantidad de

1. D. LEÓN-CORTÉS 2008. Integrante de la Unidad de Producción Pesquera Ejidal Santo Tomás. Ensenada, Baja California, México.

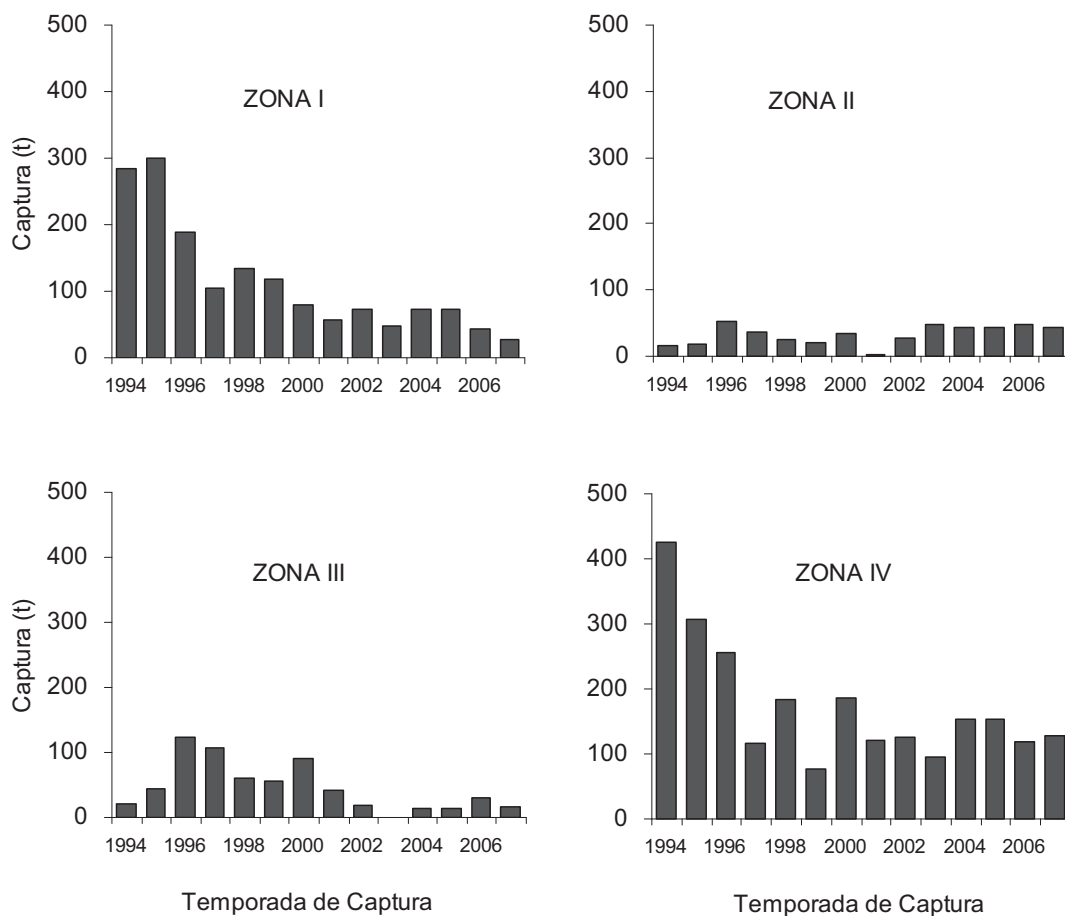


Fig. 3. Capturas de pepino de mar por zona de pesca en la costa occidental de Baja California, México. Fuente: Subdelegación de Pesca en Baja California. ZAP: Zona Administrativa de Pesca.

embarcaciones permitida para la pesca varió entre tres y 16 por permisionario, el menor número de embarcaciones permitidas para la pesca (tres) se registró en el norte de Isla Todos Santos y Santa Rosalía, mientras que el mayor (16) correspondió a Santo Tomás (Tabla 1).

Captura por unidad de esfuerzo

La captura por unidad de esfuerzo (CPUE) se definió como los kilogramos de pepino de mar obtenidos por día por embarcación ($\text{kg} \cdot (\text{día} \cdot \text{embarcación})^{-1}$). Esta variable empezó a registrarse en 1995, cuando alcanzó 139 kg; en los dos años siguientes disminuyó aproximadamente en 80%, pero repuntó entre 1998 y 2001, cuando la CPUE fue de 100 kg. Después de ese año la tendencia fue decreciente, por lo que en el último lustro el promedio fue de 55 kilogramos (Fig. 4).

Tabla 1
Equipos de pesca y densidad promedio por localidad estudiada

Localidad	Número de equipos de pesca con permiso oficial	Densidad promedio ($\text{ind} \cdot \text{m}^{-2}$)
Norte Isla Todos Santos	3	0.475
Santo Tomás	16	0.175
La Calavera	4	0.670
Punta Colonet	4	0.470
Norte Punta Baja	4	0.424
Sur de Punta Baja	14	0.269
Bahía El Rosario	9	0.388
Isla Guadalupe	8	0.427
Santa Rosalía	3	0.821

Fuente: Subdelegación de Pesca en Baja California

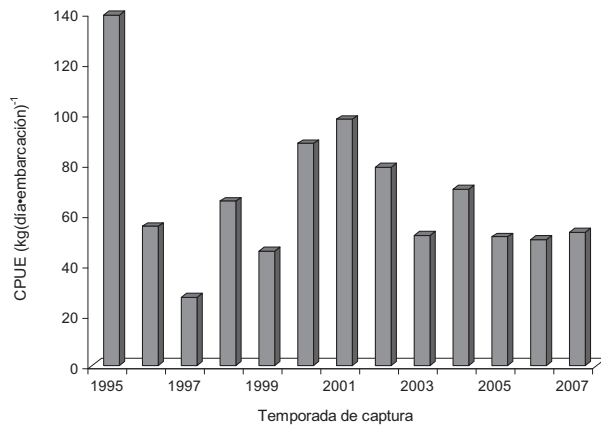


Fig. 4. Captura por unidad de esfuerzo (CPUE) de pepino de mar ($\text{kg}\cdot\text{día}^{-1}$) por embarcación en Baja California, México. Fuente: avisos de arribo de 35 unidades productivas, Subdelegación de Pesca en Baja California.

Talla y peso de los ejemplares de la captura comercial

Durante el periodo de estudio, la talla y el peso de los individuos capturados en las cuatro ZAP fueron muy variables, ya que los valores mínimos y máximos fueron de 20-560 mm y 12-940 g, respectivamente. La talla media se estimó de 241 ± 63.79 mm ($n = 2396$); sin embargo, el ejemplar utilizado para determinar la fluctuación de esta medida arrojó una variación de ± 95.48 mm en 15 min. Por otro lado, el intervalo modal en la distribución de frecuencias del peso se encontró entre 80 y 99 g ($n = 3323$) y 48% de los ejemplares fue menor a 160 gramos (Fig. 5).

El porcentaje promedio de pérdida de peso por evisceración en 200 ejemplares fue de $60.5 \pm 3.109\%$ y puesto que no hubo diferencias significativas entre las ZAP, ese dato se utilizó para estimar el peso total de los individuos que expulsaron las vísceras.

Estructura de peso en bancos silvestres

En los bancos silvestres, el peso en fresco mínimo fue de 140 g, el máximo de 694 g y el promedio de 316 ± 84 g ($n = 825$). La frecuencia relativa se incrementó notoriamente a partir de los ejemplares de 251 g y la frecuencia modal correspondió al intervalo de la clase 280-300 g (Fig. 5). Por otro lado, considerando la alta variabilidad de la talla, la mínima se estimó en 96 mm, la máxima en 694 y el promedio en 346 ± 99.29 milímetros.

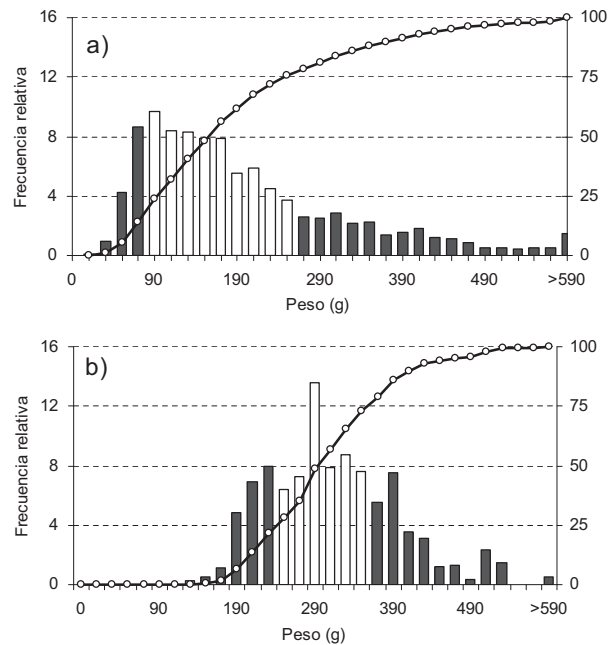


Fig. 5. Estructura de peso (g) de los ejemplares obtenidos de: a) la captura comercial ($n = 3323$) y b) bancos naturales ($n = 825$). En el eje de las abscisas se presenta el punto medio de los intervalos de clase; las barras blancas indican el intervalo entre los cuartiles 25 y 75.

Los datos de talla y peso no se ajustaron al modelo de regresión exponencial, ya que éste sólo explica alrededor de 1% de la variación ($r^2 = 0.09$, $p > 0.05$).

Densidad

Las densidades (D) promedio más altas se encontraron en Santa Rosalita ($0.821 \text{ ind}\cdot\text{m}^{-2}$) y La Calavera ($0.670 \text{ ind}\cdot\text{m}^{-2}$), mientras que la mínima en Santo Tomás ($0.175 \text{ ind}\cdot\text{m}^{-2}$) (Fig. 6). La prueba estadística detectó variaciones significativas ($p < 0.05$) entre los tratamientos (localidades) y con la prueba de colapso se diferenciaron dos grupos: en el primero, conformado por Santa Rosalita y La Calavera, la D fue $\geq 0.65 \text{ ind}\cdot\text{m}^{-2}$, mientras que en el segundo, que abarca al resto de los bancos, fue inferior a $0.55 \text{ ind}\cdot\text{m}^{-2}$.

Discusión

La tendencia decreciente de la abundancia relativa de este recurso, expresada por las capturas totales (Ct), captura por ZAP y la CPUE, sugiere

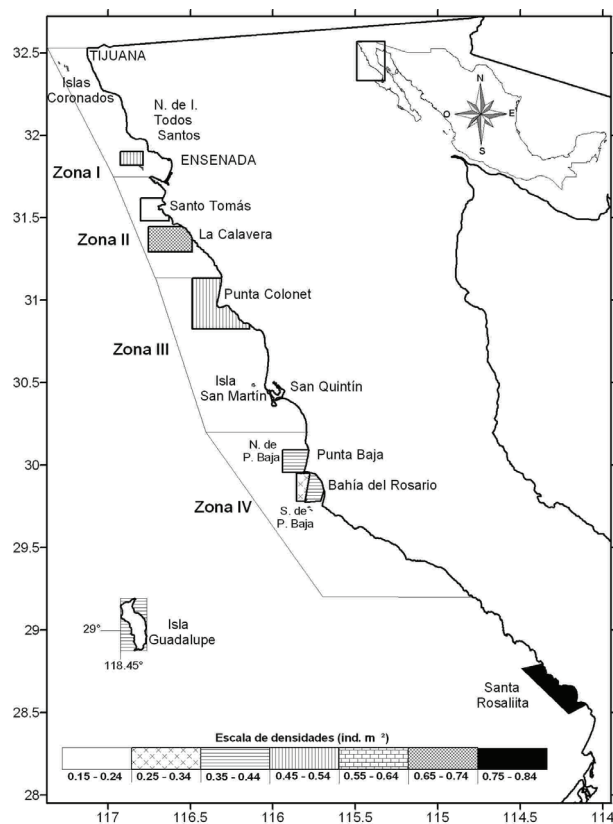


Fig. 6. Densidad promedio (ind. \cdot m⁻²) de *Parastichopus parvimensis* en nueve localidades en Baja California, México (102 unidades de muestreo).

que la población está siendo afectada por la presión de pesca y que la flota actual es grande.

El decremento en esos indicadores relativos de abundancia se traduce en mayor presión de pesca y competencia entre los pescadores, lo que eleva los costos de operación (combustible), incrementa el tiempo de trabajo y de búsqueda del recurso a mayores profundidades; todo esto vuelve más riesgosa la actividad. El impacto económico es importante si se considera que en 1992, cuando se alcanzó la máxima captura, la derrama económica fue de 1.85 millones de dólares, mientras que en temporadas recientes ha sido de alrededor de 0.6 millones, por lo que es necesario instrumentar estrategias de manejo, tales como establecer tamaños mínimos de captura.

En los holotúridos, la determinación de la talla es tarea complicada porque en condiciones de estrés, éstos se transforman en masas amorfas y expulsan sus órganos internos, así como gran cantidad de agua almacenada en su cuerpo (Girón-Botello *et al.*, 1996); aunado a ello, los animales se contraen

y relajan continuamente (Dimock, 1977). Por lo difícil que es medir la longitud de los ejemplares con precisión aceptable, los datos de talla y peso no se ajustaron a un modelo de regresión exponencial. Pérez-Plascencia (1995) encontró resultados similares aun con individuos anestesiados y lo atribuyó a los problemas para medirlos.

Las variaciones en la longitud imposibilitan establecer una talla mínima de captura como medida de manejo, razón por la que se ha utilizado el peso de primera madurez, expresado como peso húmedo de la pared corporal (Nuño-Hermosillo, 2003; Nuño-Hermosillo *et al.*, 2006; Fajardo-León *et al.*, 2008). En ejemplares de esta especie de pepino recolectados en tres localidades de Baja California ese peso varía de 120 a 160 g (Pérez-Plascencia, 1995; Espinoza-Montes, 2000; Fajardo-León *et al.*, 2008) y la primera liberación de gametos sucede cuando han alcanzado un peso de 166 gramos (Encinas-García, 1997).

La clase modal de la distribución de frecuencia del peso de los ejemplares de la captura comercial indica que la mayoría es pequeña e inmadura. En contraste, los pepinos de mar recolectados en los bancos silvestres son de mayor tamaño y puesto que los muestreos se realizaron hasta 36 m, esta información sugiere que los individuos más grandes se encuentran a mayor profundidad, como sucede en otras especies (Bulteel *et al.*, 1992). Los pescadores, por otro lado, trabajan en sitios más someros, lo que explica la abundancia de individuos pequeños.

Sin embargo, en los bancos de Baja California se encontraron organismos de hasta 694 mm de longitud y en poblaciones de California pueden alcanzar hasta 250 mm (Brumbaugh, 1980; Brandon y Rokop, 1985). La diferencia en talla, aun considerando las dificultades para medirlos, indica la importancia del recurso y la necesidad de conservarlo.

La densidad (D) de los bancos de pepino de mar fue significativamente diferente entre las localidades, lo que puede atribuirse a variaciones naturales, así por ejemplo, estos organismos son más abundantes sobre sustratos con alto contenido de materia orgánica (Yingst, 1982) y el hábitat de juveniles y de adultos es distinto (Muscat, 1982). En estudios futuros debe considerarse el tipo de sustrato e incluir mayor cantidad de sitios de muestreo en todas las zonas de pesca.

Otra causa que puede explicar las variaciones de D son las diferencias de esfuerzo pesquero aplicado en cada lugar (García, *com. pers.*²). Los valores más pequeños se encontraron en Santo Tomás y en el sur de Punta Baja, cuyo fácil acceso ha propiciado que el esfuerzo haya sido mayor que en otros sitios y donde, además de los equipos autorizados y establecidos de manera permanente, también trabajan embarcaciones sin el permiso correspondiente; aunado a esto, en Santo Tomás la tradición pesquera rebasa 50 años, mientras que en el sur de Punta Baja los permisos de varias organizaciones (al menos cuatro) se traslapan en el mismo sitio.

Por el contrario, el esfuerzo ha sido menor en las localidades donde la D fue más elevada. Santa Rosalita no es un área tradicional de pesca de pepino de mar por su lejanía de Ensenada, mientras que en La Calavera (en ZAP II) los bancos están a mayores profundidades y los buzos requieren más entrenamiento y equipo más costoso.

Otro factor que probablemente afecta a las poblaciones de *P. parvimensis* es que la captura coincide con su periodo de reproducción, particularmente en los bancos del norte de la península donde se reproduce en junio y agosto, con máximos a principios de verano (Tapia-Vázquez *et al.*, 1994). En estos sitios, el inicio de la temporada de erizo, a partir del 1 de julio, es favorable para el pepino de mar.

La pesquería de pepino de mar requiere medidas de manejo que actualmente no se consideran en la Carta Nacional Pesquera, como fijar precautoriamente un peso mínimo de captura de 350 g de peso total o 200 g de peso eviscerado para asegurar un tamaño que haya desovado al menos una vez. También se debe decretar el cierre temporal de áreas de pesca donde la densidad sea inferior a 0.2 ind m^{-2} , como se hizo en California (Rogers-Bennett y Ono, 2001) para promover la recuperación de los bancos cuando están por debajo de esa densidad. En este momento esa medida podría aplicarse en Santo Tomás.

La rotación de áreas de cosecha se ha realizado exitosamente en otras pesquerías, como la de erizo rojo (Salgado-Rogel y Palleiro-Nayar, 2008) y podría instrumentarse en ésta. Esta estrategia consiste en iniciar la temporada de pesca en zonas con alta densidad y mayor cantidad de ejemplares grandes y dejar “descansar” las áreas pobres y con individuos pequeños.

Estas medidas podrían adoptarse en Baja California, pero para ello se requiere evaluar periódicamente las localidades, antes y después de la cosecha, para determinar su efecto y considerar los ajustes pertinentes.

Conclusiones

- La serie de datos históricos en la captura total, por zona de pesca y CPUE muestra que la tendencia es decreciente desde 1997, como resultado del esfuerzo en las áreas tradicionales de pesca.
- Se recomienda utilizar el peso como indicador del tamaño de los ejemplares y se propone como medida precautoria extraer individuos de al menos 200 g de peso eviscerado o de 330 g de peso entero.
- En la captura comercial se encontró gran cantidad de ejemplares cuyo peso fue inferior al de primera madurez. Estos organismos son recolectados en aguas someras, más accesibles a los pescadores.
- En los bancos silvestres hay mayor abundancia de ejemplares adultos; puesto que los estudios se realizaron en profundidades de hasta 36 m, se puede pensar que los pepinos de mar adultos viven a mayores profundidades que los jóvenes.
- La densidad en los bancos silvestres está relacionada con la presión por pesca, la que a su vez depende de las condiciones de accesibilidad (embarcaderos, profundidad) y la cantidad de equipos autorizados e ilegales.
- Se propone cerrar a la pesca las áreas en donde se detectó una densidad inferior a $0.2 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-2}$, para promover su recuperación. También se recomienda la práctica de la rotación de áreas de cosecha.

2. J. GARCÍA, integrante de la Unidad de Producción Pesquera Ejidal Ajusco. Ensenada, Baja California, México.

Agradecimientos

Deseamos reconocer a los Pescadores de pepino de mar, sin cuyo apoyo hubiera sido imposible realizar este trabajo. También agradecemos la colaboración del M. en C. Luis Vicente González Ania, quien con paciencia y entusiasmo asesoró el análisis estadístico de la densidad.

Literatura citada

- BRANDON, J.L. y F.J. Rokop. 1985. *Life between the tides*. Am. Pub. San Diego, Ca. EU. 258p.
- BRUMBAUGH, J.H. 1980. Holothuroidea; the sea cucumber. *En*: R.H. Morris, P.D. Abbot y E.C. Haderlie (eds.). *Intertidal Invertebrates of California*. Stanford University Press. California. EU. 690p.
- BULTEEL, P., M. Jangoux y P. Coulon. 1992. Biometry, bathymetric distribution and reproductive cycle of the Holothuroid *Holothuria tubulosa* from Mediterranean sea grass beds. *Marine Ecology* 131(1):53-62.
- CRAWLEY, M.J. 2002. *Statistical computing an introduction to data analysis using S-Plus*. John Wiley & Sons, Reino Unido. 761p.
- DOF. 2002. Norma Oficial Mexicana 059-ECOL-2001, Protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categoría de riesgo y especificaciones para su inclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. *Diario Oficial de la Federación*. México, 6 de marzo de 2002.
- DOF. 2004. Carta Nacional Pesquera y su anexo. *Diario Oficial de la Federación*. México, 15 de marzo de 2004.
- DIMOCK, R.V. 1977. Effects of evisceration on oxygen consumption by *Stichopus parvimensis* Clark (Echinodermata: Holothuroidea). *Journal Experimental Marine Biology Ecology* 28(2):125-132.
- ENCINAS-GARCÍA, A.G. 1997. Madurez gonadal y fecundidad del pepino de mar *Parastichopus parvimensis* (Echinodermata: Holothuroidea) en la Bahía Todos Santos, Ensenada, BC, México. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias Marinas. UABC. México. 62p.
- ESPINOZA-MONTES, A. 2000. Ciclo reproductivo del pepino de mar *Parastichopus parvimensis* (HL Clark, 1913) (Echinodermata, Holothuroidea) en Isla Natividad, Baja California Sur, México. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Guadalajara. México. 60p.
- FAJARDO-LEÓN, M.C., M.C.L. Suárez-Higuera, A. del Valle Manríquez y A. Hernández-López. 2008. Biología reproductiva del pepino de mar *Parastichopus parvimensis* (Echinodermata: Holothuroidea) de Isla Natividad y Bahía Tortugas, Baja California Sur, México. *Ciencias Marinas* 23(2):165-177.
- GIRÓN-BOTELLO, R., J. Singh-Cabanillas y J.A. Vélez-Barajas. 1996. Holoturoideos: Pepino de Mar. *En*: A. Sánchez-Palafox, D.F. Fuentes-Castellanos y S. García-Real (eds.). *Pesquerías Relevantes de México. XXX Aniversario del Instituto Nacional de la Pesca*. México, pp: 337-362.
- GOLDEN SOFTWARE. 2002. *Surfer 8.01*. Golden Software Inc. www. Golden Software.
- MUSCAT, A.1982. Aspects of the biology of the sea cucumber *Parastichopus parvimensis*: A developing commercial fishery. The planning and management of California's coastal resources. USC Sea Grant Institutional Programs, 1981-1982. Trainee report, University of Southern California, pp: 25-27.
- NUÑO-HERMOSILLO, A. 2003. Ecología poblacional, ciclo reproductivo e historia de la pesquería del pepino de mar *Isostichopus fuscus* (Ludwing, 1875) (Echinodermata: Holothuroidea) en Bahía Chamela, Jalisco, México. Tesis de Maestría. Universidad de Guadalajara. México. 112p.
- NUÑO-HERMOSILLO, A., E. Ríos-Jara, E. Espino-Barr y J.L. Gómez-Márquez. 2006. Aspectos biológico-pesqueros de la población del pepino de mar *Isostichopus fuscus* en Chamela, Jalisco, México. *En*: M.C. Jiménez-Quiroz y E. Espino-Barr (eds.). *Los recursos pesqueros y acuícolas de Jalisco, Colima y Michoacán*. INP/SAGARPA. México, pp: 463-473.
- PÉREZ-PLASCENCIA, G. 1995. Crecimiento y reproducción del pepino de mar *Parastichopus parvimensis* en la Bahía de Todos Santos, Baja California, México. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias Marinas, UABC. México. 67p.

- ROGERS-BENNETT, L. y D.S. Ono. 2001. *Sea cucumbers. California living marine resources: A status report*. California Department of Fish and Game, EU, pp: 131-134.
- SALGADO-ROGEL, M.L. y J.S. Palleiro-Nayar. 2008. Disminución de la abundancia del erizo rojo y propuestas para su manejo en Baja California, México. *Ciencia Pesquera* 16:37-45.
- SCHROETER, S.C., D.C. Reed, D.J. Kushner, J.A. Estes y D.S. Ono. 2001. The use of marine reserves in evaluating the dive fishery for the warty sea cucumber (*Parastichopus parvimensis*) in California, USA. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 58:1773-1781.
- TAPIA-VÁZQUEZ, O., J.J. Castro y H. Valles. 1994. Madurez gonádica del pepino de mar *Parastichopus parvimensis* en la costa occidental de Baja California, México, en 1994. *Ciencia Pesquera* 12:5-12.
- YINGST, J.Y. 1982. Factors influencing rates of sediment ingestion by *Parastichopus parvimensis* (Clark), an epibenthic deposit-feeding Holothurian. *Estuarine Coastal and Shelf Science* 141:119-134.
- WOODBYP, D., S. Smiley y R. Larson. 2000. Depth and habitat distribution of *Parastichopus californicus* near Sitka, Alaska. *Alaska Fishery Research Bulletin* 7:22-32.
- ZAR, J.H. 1998. *Biostatistical Analysis*. Prentice Hall, 4a. edición, EU. 929p.

Recibido: 12 de diciembre de 2008.

Aceptado: 20 de marzo de 2009.