

Análisis de la extracción de erizo rojo de mar (*Strongylocentrotus franciscanus*) según especie clave y conectividad en el área de Santo Tomás a Punta China, Baja California, México

Ramírez-Félix, Evlin

Centro Regional de Investigación Pesquera de Mazatlán. INP. Av. Cerritos s/n. Estero El Yugo. Mazatlán, Sinaloa, México.
E-mail: cripmaz@red2000.com.mx.

RAMÍREZ-FÉLIX, E. 2000. Análisis de la extracción de erizo rojo de mar (*Strongylocentrotus franciscanus*) según especie clave y conectividad en el área de Santo Tomás a Punta China, Baja California, México. *INP. SAGARPA. México. Ciencia Pesquera No. 14*.

Con los aspectos analíticos de especie clave, conectividad y de ecología de disturbio, y con encuestas a los directamente involucrados en la pesquería de erizo rojo de mar (*Strongylocentrotus franciscanus*) se determinó el efecto de la explotación de la comunidad de mantos de macroalgas en el área de Santo Tomás a Punta China, Baja California, con énfasis en las especies con mayor interacción con la especie en estudio. La excesiva presión de pesca sobre el erizo rojo le abrió un espacio al erizo morado (*S. purpuratus*), del cual aumentó su abundancia y distribución. La importancia de determinar a una especie como clave puede ser útil al comunicar a los administradores y políticos la relevancia de las especies y sus interacciones, ya que en ciertas condiciones, que pueden ser provocadas por el hombre, hay relaciones particularmente fuertes.

With the analytic aspects of the species code, connection, ecological distribution, and the survey done on those directly involved in the fishing of the red sea urchin (Strongylocentrotus franciscanus), it was determined direct impact of the exploitation of macroalgae in the area found from Santo Tomás to Punta China, Baja California. Emphasis was placed on the species that come into frequent contact with the red sea urchin. Excessive fishing of the red sea urchin gave way to a species of purple sea urchin (S. purpuratus) increasing the abundance of the afore mentioned species.

Introducción

Las disciplinas orientadas a la toma de decisiones tienen dificultad para dar resolución práctica a los cuestionamientos provenientes del área biológica y conservacionista. El enfoque global enfatiza las relaciones funcionales de los macro componentes, en contraste con los criterios biológico-descriptivos más usuales (Escofet, 1990).

Levins (1968) identificó las facetas prácticas implícitas en el conocimiento ecológico. Hay quienes sugieren que para administrar a toda una comunidad pesquera basta con hacerlo con la(s) especie(s) clave (Rohlf, 1991) para ayudar a restablecer y mantener la estructura y estabilidad del ecosistema (Conway, 1989).

El término especie clave fue aplicado originalmente a un depredador de la zona de mareas; sin embargo, no se dio una definición precisa del mismo (Paine, 1969) hasta que Scott *et al.*, (1993) definieron que "su presencia es crucial para mantener la organización y diversidad de la comunidad y que las especies clave son importantes en relación con el resto de la comunidad".

Antecedentes

El erizo rojo de mar (*Strongylocentrotus franciscanus*) presenta una distribución geográfica desde Alaska, E.U. hasta Isla de Cedros, B. C., México. Se encuentra a profundidades entre 10 y 30 m o mayores (Mottet, 1976), es el equinoideo regular de mayor tamaño en la costa noroccidental del continente americano (Baker, 1973) y crece hasta unos 18 cm de diámetro de testa (Palleiro, 1982).

Los erizos habitan en las grietas de las rocas, en áreas de alto y bajo relieve, y se encuentran comúnmente asociados a los mantos de *Macrocystis pyrifera*, por ser su alimento preferido (Palleiro¹); las especies de preferencia intermedia incluyen a *Gigartina armata*, *Eisenia arborea*, *Laminaria farlowii*, *Pterygophora californica* y *Egregia laevigata* (Tegner, 1989). Una vez que la larva del erizo encuentra sustrato se alimenta principalmente de diatomeas y algas, pero también pueden hacerlo de plancton, detritus y aminoácidos libres (Pearse *et al.*, 1970; citado por Kato, 1972). Los mantos de *M. pyrifera* son dominantes y de gran importancia tanto ecológica como económica. En el aspecto ecológico aportan una alta productividad primaria a la cadena trófica de la comunidad, son refugio de diversas larvas y dan sustento a varios recursos (Tegner y Dayton, 1981) como la langosta, el abulón, erizos, estrellas de mar, peces, ofiurioides y cangrejos. El erizo rojo de mar de todos los tamaños es susceptible a

¹ PAILLEIRO, J. Biología del erizo rojo *Strongylocentrotus franciscanus* y su pesquería en Baja California. INP. Centro Regional de Investigación Pesquera de Ensenada, BC. Documento Interno. 1987.

la depredación por la nutria marina, *Enhydra lutris*, que es su mayor depredador en California. Otros depredadores en el sur de California son la langosta *Panulirus interruptus* (Tegner, *op. cit.*), la estrella de mar *Pycnopodia heliantoides* y el pez vieja *Pimelometopon pulchrum*, entre otros.

Por su tamaño y la magnitud de su población, los abulones deben ser considerados como competidores del erizo, particularmente aquellos que se encuentran submarealmente, ya que participan de alimento similar al de strongylocentrótidis y presentan hábitos preferenciales similares (Tegner, 1980).

Se ha observado experimentalmente el incremento del erizo morado al extraer el erizo rojo, y aunque sus áreas de distribución se traslapan los morados dominan en hábitats difíciles porque fisiológicamente son más tolerantes al estrés y a las olas, mientras que los rojos dominan en hábitats benignos (Kato, *op. cit.*).

El presente trabajo utiliza principios ecológicos en el análisis de la extracción del erizo rojo de mar de Santo Tomás a Punta China, Baja California.

Área de estudio

El Centro Regional de Investigación Pesquera de Ensenada estableció en Baja California cuatro áreas de pesca (Fig. 1). La zona I comprende desde Islas Coronado hasta Punta Banda, la II de Punta Banda a Punta Colonett, la III desde esta última hasta El Socorro y la IV desde El Socorro a Punta San Carlos (Castro *et al.*, 1992; citado por Urias, 1994).

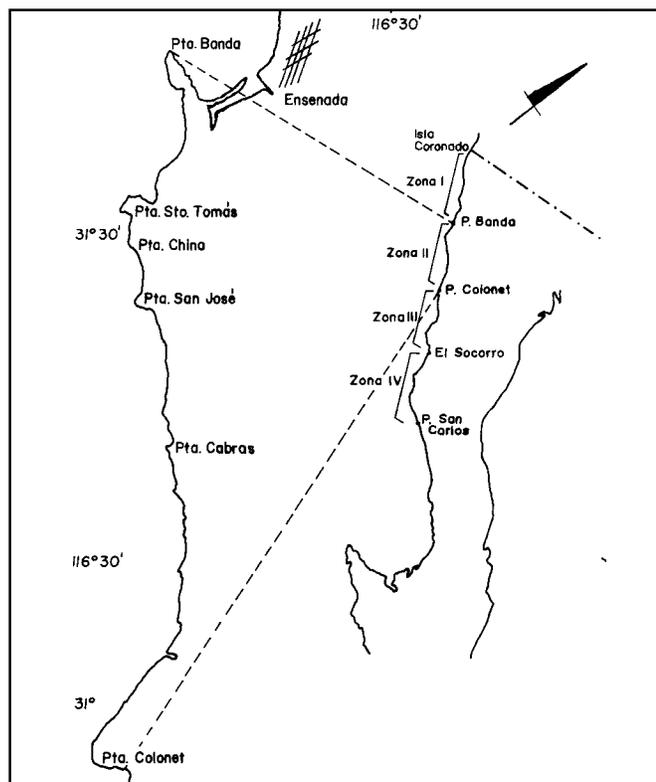


Fig. 1. Ubicación de las zonas de pesca del erizo rojo en Baja California, con el área de estudio ampliada (II).

En este estudio se trabajó exclusivamente en la zona comprendida desde Punta Santo Tomás (31°33'19.45" N y 116°41'24.76" O) a Punta China (31°30'56.75" N y 116°38'51.42" O), que se encuentra en la zona II. Entre ambas puntas hay una distancia de 6,014 m.

Métodos y materiales

Para analizar el efecto de la actividad humana en la extracción del erizo rojo de mar (*S. franciscanus*) se identificaron las condiciones de vulnerabilidad estructural del sistema según especie clave y conectividad (Paine, 1966; 1980) y la vulnerabilidad funcional, esto es, la respuesta del sistema determinada por la ecología del disturbio (Souza, 1984; citado por Escofet, *op. cit.*).

Se reconocieron vías conectivas de diferente intensidad entre las unidades individuales de un sistema y una perturbación como la resultante de la interacción entre causa (disturbio) y un receptor. Para ello se expresaron las variables de la interacción teórica entre el disturbio y el receptor en escala ordinal de tres puntos designados con números y adjetivos (1,2,3 y bajo, mediano y alto, respectivamente) para incorporar al modelo la magnitud relativa de los eventos, a pesar de que algunas variables no pueden expresarse en unidades objetivas convencionales (Escofet, *op. cit.*).

Como no se pudo disponer de las características específicas de la localidad en el pasado, se realizaron 23 encuestas a los directamente involucrados en la pesquería en el área de estudio, correspondiendo dos a investigadores, 10 a permisionarios e industriales (cinco a cada uno), una a un administrador y 10 a buzos.

El cuestionario se dividió en cuatro partes: información de índole ecológica (hábitat/ecosistema), sociocultural, económica y administrativa (regulatoria) con un total de 32 preguntas.

Resultados

La macroalga café (*M. pyrifera*) es el alimento preferido del erizo rojo de mar (Palleiro, 1987) y de éste únicamente se comercializan sus gónadas, que son de alto valor en el mercado y cuya calidad depende tanto del tipo de alimento como del tamaño del erizo (según la encuesta).

Se identificó a la macroalga café como la variable que decide el funcionamiento del sistema de extracción. En cuanto al modelo de conectividad, el módulo funcional básico (Fig. 2a) se estableció entre la macroalga, el erizo de mar y el abulón. El módulo funcional dependiente considera la extracción de las principales especies con el efecto esperado de la remoción (Fig. 2b); en un caso extremo alterar y remover a la macroalga significa suprimir la especie clave en un sistema altamente conectivo.

Discusión

Es difícil determinar a una especie como clave, ya que se requieren experimentos de perturbación en donde se suprima la especie seleccionada como clave y se registren las respuestas de las especies relacionadas previamente definidas (Scott *et al.*, *op. cit.*). Esto puede ser útil al intentar comunicar a los políticos y administradores la importancia de las especies y sus interacciones, que en ciertas condiciones pueden ser provocadas por el hombre, y entonces mostrar relaciones particularmente fuertes.

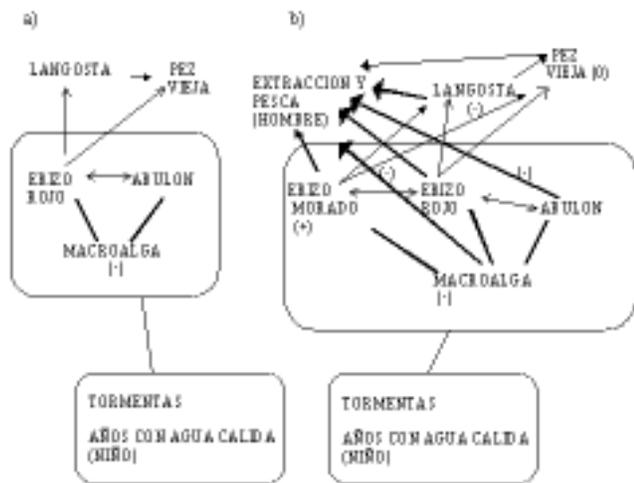


Fig. 2. Modelo gráfico del efecto de la extracción y pesca de las especies de mayor importancia comercial en la comunidad de mantos de macroalga en el rango de 12 a 18 m de profundidad, de Santo Tomás a Punta China. El inciso a) presenta la relación sin explotación humana y el b) con explotación pesquera, así como su conectividad (Paine, 1980). El sentido de la flecha indica hacia el depredador. Las líneas de diferente grosor la intensidad de la interacción. El efecto que se prevee de la remoción se señala con: (0) sin cambios, (+) aumento y (-) disminución. La línea con dos flechas indica competencia por espacio y alimento; y la intensidad del evento por: ()

El modelo de vulnerabilidad de la comunidad de macroalgas se ha realizado dentro del intervalo de los 12 a 18 m de profundidad, debido a que en esa zona presentan un mayor reclutamiento y no son las condiciones óptimas para el erizo morado (Tegner y Dayton, *op. cit.*). No se tomaron en cuenta los relieves verticales para simplificación del mismo; aunque es un hecho que éste les facilita a los erizos el consumo de algas a la deriva, especialmente en condiciones de oleaje. Así mismo, las langostas y el pez vieja son dependientes del relieve vertical: las primeras necesitan refugio (del pez vieja entre otros depredadores) durante el día y el último de un sitio donde dormir durante la noche (Tegner, *op. cit.*).

Los buzos e industriales encuestados que iniciaron la pesquería de erizo mencionaron que en el área de estudio había abulón, e incluso algunos de ellos se dedicaban a extraerlo, pero en los últimos años apareció el erizo morado (*S. purpuratus*) en lugares donde solían extraer erizo rojo (*S. franciscanus*).

Aparte de los depredadores del erizo mostrados en el diagrama existen otros en diferentes estadios de desarrollo, pero se desconoce la magnitud de depredación de los mismos.

El pez vieja carece de algún efecto en la remoción debido a que se alimenta de braquiuros y carideos, bivalvos, caracoles, anfipodos (en ese orden de importancia), en menor grado de estipes y rizoides del alga cuando tiene menos de 45 cm de longitud (Díaz, 1983); y de erizos (*Strongylocentrotus spp.*) y mejillones (*Mytilus spp.*) cuando tienen 90 cm de longitud (Feder *et al.*, 1974; citado por Díaz, *op. cit.*), por lo que es difícil precisar el efecto de la remoción de erizo en el esquema tan general que se sugiere.

Actualmente, en la zona II de la pesquería del erizo es raro encontrar abulones y langostas, por lo que se ha liberado al erizo rojo de un depredador y de un competidor por espacio y alimento; por otro lado, aunque el pez vieja también es sujeto de captura, no se pesca con la

intensidad de las especies arriba señaladas, ya que se extrae principalmente en la pesca deportiva. El modelo se limita al área de estudio, ya que en las encuestas los pescadores mencionaron las especies más recurrentes asociadas al erizo sin olvidar que la comunidad es dinámica tanto en el tiempo como en el espacio.

Existe una competencia interespecífica por espacio y alimento entre abulones y erizos que afecta la distribución de ambos grupos. Los abulones compiten con el erizo por espacio (Lowry y Pearse, 1973) aunque los erizos son más eficientes al alimentarse y ambos prefieren *M. pyrifera* (Tegner, *op. cit.*). La pesca del abulón pudo haber contribuido al incremento de los erizos; posteriormente se le sumó la de *M. pyrifera* y se redujo su alimento preferido, luego se ejerció presión pesquera sobre la langosta, lo que pudo haber ayudado al incremento del erizo rojo. Últimamente le han reducido un poco otro depredador, el pez vieja, y posteriormente la excesiva presión de pesca sobre el erizo rojo le abrió un espacio al erizo morado (*S. purpuratus*) lo cual aumentó la abundancia del último y amplió su distribución, según los buzos y pescadores.

Paine (1966) menciona que en ausencia de un factor como la depredación existe un "ganador" en la competencia por espacio y el sistema local tiende hacia la simplicidad. Si esto ha ocurrido con la comunidad de macroalgas, el erizo rojo de mar ganó espacio al extraerse el abulón, la langosta y la macroalga y se dio una mayor disponibilidad de alimento, antes de iniciar su explotación, así como menor depredación, convirtiéndose en la especie que consume (o consumía) con mayor frecuencia e intensidad la macroalga y en un hervívoro clave para la comunidad con una fuerte interacción con *M. pyrifera*.

Se ha propuesto una sucesión cíclica entre el erizo de mar y la macroalga, de un largo período y con dominancia alterna de ambos organismos (Miller, 1985; citado por Caddy y Sharp, 1986).

Los mantos de macroalgas en California (Anónimo, 1992) han sufrido el pastoreo de los erizos, las perturbaciones del medio ambiente como años con agua cálida, el escurrimiento de aguas residuales, el uso humano y las tormentas. Se requieren estudios de la dinámica de la productividad y el crecimiento de los mantos, de la producción del alga a la deriva, de las tasas de alimentación de los consumidores para precisar el efecto comunitario de la extracción del alga, así como de un conocimiento de las relaciones interactivas entre las especies para determinar la magnitud de la influencia de su respectiva densidad individual.

Conclusión

La excesiva presión de pesca sobre el erizo rojo le abrió un espacio al erizo morado (*S. purpuratus*) lo cual ocasionó un incremento en la abundancia del último, que amplió su distribución y ocupó un espacio que tenía el erizo rojo.

Referencias bibliográficas

- ANÓNIMO. 1992. Restoring sustainable coastal systems on the Pacific coast. Establishing a research agenda. *Calif. Sea Grant College. Report No. T-CSGCP-026*. 66 pp.
- BAKER, S. 1973. Growth of the red sea urchin *Strongylocentrotus franciscanus* (Agassiz) in two natural habitats. *M. S. Thesis, Calif. State University, San Diego. San Diego. vii*. 83 pp.

- CADDY, J. F. and G. D. Sharp. 1986. An ecological framework for marine fishery investigations. *FAO. Fish. Tech. Pap.* 283:1-152.
- CONWAY, W. G. 1989. The prospects for sustaining species and their evolution. 199-209. In: D. Western and M. C. Pearl (eds.). *Conservation for the Twenty First Century. Oxford University Press, New York.*
- DÍAZ, M. E. 1983. Aspectos tróficos de algunas especies de peces asociados a un manto de *Macrocystis pyrifera* en la Bahía de Todos Santos, Baja California (primavera-verano, 1982). *Facultad de Ciencias Marinas. Tesis de Licenciatura.* 68 pp.
- ESCOFET, A. 1990. Ecología aplicada en Baja California. En: De la Rosa-Vélez, J. y F. González-Farías (eds). *Temas Selectos de Oceanografía Biológica en México. UABC. Ensenada, B.C.* pp. 285-318.
- KATO, S. 1972. Sea urchin: A new fishery develop in California. *Mar. Fish. Rev.* 34 (9/10):23-30.
- LEVINS, R. 1968. Ecological engineering: Theory and practice. *Quart. Rev. Biol.* 43:301-305.
- LOWRY, L. F. and J. S. Pearse. 1973. Abalones and sea urchins in an area inhabited by sea otters. *Mar. Biol.* 23(3):213-219.
- MOTTET, M. C. 1976. The fishery biology of the red sea urchin in the family Strongylocentridae. *Wash. Dep. Fish. Tech. Rep.* 20:1-66
- PAINE, R. T. 1966. Food web complexity and species diversity. *Am. Nat.* 100(910):65-75.
- _____. 1969. A note on trophic complexity and community stability. *Am. Nat.* 103: 91-93.
- _____. 1980. Food webs: Linkage, interaction, strenght and community infrastructure. *Jour. Anim. Ecol.* 49:667-685.
- PALLEIRO, J. 1982. Estimación de la densidad y crecimiento del erizo rojo *Strongylocentrotus franciscanus* (Agassiz) para la zona de Santo Tomás, Baja California, México. *UABC. Escuela de Ciencias Marinas. Tesis Profesional.* 68 pp.
- ROHLF, D. J. 1991. Six biological reasons why the endangered species act doesn't work and what to do about it. *Conserv. Biol.* 5:273-282.
- SCOTT, M. L.; M. E. Soulé and D.F. Doak. 1993. The keystone species concept in Ecology and conservation. *BioScience* 43(4):219-224.
- TEGNER, M. J. 1980. Multispecies considerations of resource management in southern California kelp beds. *Can. Tech. Rep. Fish. Aqua. Sci. Rep.* 954:125-143.
- _____. 1989. The feasibility of enhancing red sea urchin, *Strongylocentrotus franciscanus*, stocks in California: An analysis of the options. *Mar. Fish. Rev.* 51(2):1-22.
- TEGNER, M. J. and P. K. Dayton. 1981. Population structure, recruitment and mortality of two sea urchins: *Strongylocentrotus franciscanus* and *S. purpuratus*, in a kelp forest near San Diego, California. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 5: 255-268.
- URÍAS, L. 1994. Análisis gonadal a nivel histológico del erizo rojo *Strongylocentrotus franciscanus*, en la zona II, Santo Tomás, B. C., México. *UABC. Facultad de Ciencias. Tesis Profesional.* 71 pp.