

## CAPÍTULO 3

## Macroalgas en redes de arrastre para camarón en fondos marinos del Golfo de California.

Elisa Serviere-Zaragoza<sup>1\*</sup>, Alejandra Mazariegos-Villareal<sup>1</sup>, Alma Rosa Rivera-Camacho<sup>1</sup>, Juana López-Martínez<sup>2</sup> y Alejandra Piñón-Gimate<sup>1</sup>

### RESUMEN

En la región la pesca del camarón se lleva a cabo con redes de arrastre, las cuales tienen gran impacto sobre el sedimento y los organismos del bentos. Se ha observado, que además de la pesca incidental de especies de peces, se encuentran otras especies tales como macroalgas y esponjas.

**Palabras clave:**  
Macroalgas  
Esponjas  
Redes de arrastre  
Camarón  
Golfo de California

En arrastres con redes camaroneras, se encontraron 13 especies de macroalgas, 1 de la división Chlorophyta, 4 de la división Phaeophyta y 8 de la división Rhodophyta. La especie que se encontró más frecuentemente fue *Gracilaria vermiculophylla*. Además, se encontraron esponjas, hidrozoarios y huevos, posiblemente de gasterópodo. En agosto del 2005 se encontró el mayor número de macroalgas (5 especies). Los grupos identificados se obtuvieron en lances realizados entre los 12 y 41 m de profundidad. En lances realizados en zonas impactadas vs no impactadas por las redes de arrastre, se encontraron grupos similares con especies como *Padina durvillei* y *Sargassum* sp., hidrozoarios y huevos de tres tipos, a una profundidad que varió entre 28 a 45 m. La información obtenida resalta la necesidad de realizar estudios detallados, sobre el efecto de diferentes artes de pesca sobre las comunidades bentónicas a lo largo de las costas de México, y particularmente en el Pacífico mexicano donde existe una amplia flota de barcos camaroneros.

<sup>1</sup>Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste SC (CIBNOR), Mar Bermejo 195. Col. Playa Palo de Santa Rita, La Paz. CP 23090. Baja California Sur. México.

<sup>2</sup>Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR) Campus Guaymas. Guaymas, Sonora 85465, México

\*Autor de correspondencia: E-mail: serviere04@cibnor.mx

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad las pesquerías de camarón son las mayores productoras de fauna de acompañamiento, alcanzando hasta el 35% de las capturas incidentales a nivel mundial (Amezcu-Linares *et al.* 2006). Las pesquerías de camarón pueden capturar hasta 10 k de peces por uno de camarón (Alverson *et al.* 1994). El camarón café *Farfantepenaeus californiensis* (Holmes, 1900) es una especie nativa del Pacífico mexicano, que se distribuye desde la Bahía de San Francisco en EE. UU. hasta las costas del Perú, incluyendo la totalidad del Golfo de California e Islas Galápagos (Hendrickx 1986, 1996). Esta especie constituye la base de las pesquerías de camarón del Pacífico mexicano, junto con el camarón blanco *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) y el camarón azul *Litopenaeus stylirostris* (Stimpson, 1874) (Porchas-Cornejo *et al.* 1999).

La pesca de arrastre de fondo se considera, después de la agricultura, una de las actividades más perjudiciales derivadas de las actividades antropogénicas (Watling y Norse 1998). Los arrastres de fondo marino ocasionan un detrimento de la biota marina, e.g. una zona de perturbación de 120-150 cm de ancho y una profundidad de 5 cm son suficientes para modificar el fondo marino (Jones 1992, Engel y Kvitek 1998, Hall 1999), afectando directamente la abundancia e indirectamente las estructuras y organismos que sirven de hábitat y alimentación, respectivamente (Sainsbury 1988). A pesar de estos problemas, la intensidad y eficacia de la pesca de arrastre de fondo han aumentado en todo el mundo (Hall 1999).

Los impactos de la actividad pesquera en los ecosistemas han sido largamente descritos y cuantificados (Jennings y Kaiser 1998, Hall 1999). El efecto directo de la pesca en la dinámica poblacional de las especies objetivo y de la fauna acompañante son la sobreexplotación, y el caso más extremo el colapso de la pesquería (Wolff y Milessi 2005). Debido a la extracción de biomasa de especies objetivo y de fauna acompañante del ecosistema, se tienen también impactos indirectos sobre la trama trófica, afectando especies predatoras, presas y competidores de estos últimos (Goñi 1998, Hollingworth 2000, Shannon *et al.* 2000).

Por otro lado, el diseño de los aparejos utilizados en las redes de arrastre de fondo, aplastan y destruyen indiscriminadamente a

todos los organismos que se le interponen, incluyendo algas, plantas y animales de lento crecimiento que son sensibles a los disturbios de su hábitat, como las anémonas, las esponjas y los corales de profundidad. Además, al remover y escarbar el fondo, el arrastre destruye el refugio de diversos organismos que quedan visualmente expuestos a sus depredadores. Al mismo tiempo, la remoción del suelo altera los flujos de la materia y energía del mismo; elementos que determinan las condiciones físicas para que se desarrolle la vida. La destrucción de las complejas comunidades que habitan el fondo oceánico contribuye a la declinación de las pesquerías, ya que estas áreas proporcionan las condiciones para resguardar y proteger el crecimiento de una gran variedad de especímenes juveniles de peces e invertebrados marinos. En definitiva, una vez que el hábitat esencial ha sido destruido producto de la pesca de arrastre, peces comerciales y otras especies que dependen de él para su desove, cría, protección, alimentación y refugio pueden ser afectados (Buschmann y Astudillo 2004).

Las macroalgas forman parte de los principales organismos de las lagunas costeras y estuarios, participando en los ciclos de carbono y nitrógeno (Darley 1982), reciclando la materia orgánica disuelta y evitando la erosión por compactación del sustrato (Scagel 1959, Neushul y Coon 1971, Yañez-Arancibia 1986). Además, de ser importantes productores primarios, sirven de refugio, hábitat y alimento para muchas especies de fauna: moluscos, crustáceos y peces entre otros (Wolff y Milessi 2005). Sin embargo, son pocos los trabajos que refieren los impactos de la pesca de arrastre en la flora marina. En Europa estudios recientes sobre la intensidad de la pesca y el área que se cubre por el barrido del equipo de pesca (e.g. Rijnsdorp *et al.* 1998), indican que la mayoría de los sistemas bénticos sedimentarios han sido modificados por estas actividades en los últimos 100 años. A pesar de esto, solo recientemente se ha estudiado el impacto de estas actividades en macroalgas particularmente en las camas de rodolitos, ya que su hábitat está siendo modificado por las artes de pesca utilizadas en el continente europeo (BIOMAERL 1999, De Grave y Whitaker 1999). Los equipos de pesca de arrastre pueden tener un profundo impacto en las camas de rodolitos a través de la reducción en la complejidad, biodiversidad y viabilidad a largo plazo de su hábitat (Hall-Spencer y Moore 2000a, b), además de que la regeneración depende de una superficie de talo vivo que

puede ser enterrado y muerto por el equipo de pesca (Hall-Spencer 1998). En el Atlántico, las dragas utilizadas para la extracción de escalopas en camas de rodolitos, modifican la topografía del fondo y ocasionan la suspensión de partículas finas de sedimento que pueden afectar el crecimiento y tamaño de los rodolitos (Hall-Spencer y Moore 2000a). Algunos de los efectos de la pesca sobre las camas de rodolitos pudiera ser el reemplazo de especies de vida más larga, por especies oportunistas de rápido crecimiento (Barbera *et al.* 2003). En la región, se están viendo estos efectos en mantos de rodolitos directamente influenciados por la actividad pesquera (Steller *et al.* 2003).

La lista de las especies acompañantes de la pesquería de camarón son importantes porque ayudan a definir, entre otras cosas, áreas protegidas y también ayudan a evaluar los efectos de las actividades humanas sobre el ecosistema (May 1992). Prácticamente, no existen estudios sobre el tema en la parte sur del Golfo de California (Amezcue-Linares *et al.* 2006). En el Pacífico norte de México los estudios son pocos y comprenden, en su mayoría, listas de especies ictiológicas (Balart *et al.* 1992, Amezcua-Linares 1996, Madrid-Vera *et al.* 1998, Aguilar-Palomino *et al.* 2001, Amezcua-Linares *et al.* 2006), pero ninguno de estos comprende las especies de macroalgas que son arrastradas por las redes de pesca de camarón. Por esta razón no se tiene registro de las especies que son afectadas por esta pesca, ni se conocen los efectos que se pudieran tener sobre estas comunidades y poblaciones o sobre las comunidades y poblaciones de otras especies asociadas a ellas. En este trabajo se reportan las especies de flora que aparecieron en lances realizados en el litoral de Sonora, México, comparando áreas que son comúnmente arrastradas y no arrastradas.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### *Macroalgas en redes de arrastre de camarón*

En el periodo de veda de camarón, julio y agosto del 2004, se realizaron un total de 128 lances comprendidos dentro de los 25° 51.34 y 30° 51.00 latitud norte y los 109° 21.07 y 113° 17.00 longitud este. En agosto del 2005 se realizaron un total de 56 lances, dentro de los 25° 50.48 y 30° 53.23 latitud norte y los 109° 26.78 y 113° 14.73 longitud oeste. La profundidad de los lances fue de entre 7 y 50 m. La temperatura

ambiente osciló entre 30° y 32° C. De cada lance se separaron las especies de flora y ejemplares de otros grupos poco frecuentes.

#### *Macroalgas en áreas impactadas vs no impactadas*

En el sitio El Colorado (28° 17' 68" latitud norte y 111° 39' 83" longitud oeste) se hicieron arrastres (9 lances) con redes camaroneras. Los arrastres se hicieron en un área perturbada por la pesca de arrastre (4 lances), y un área no perturbada por los arrastres (5 lances). Los lances se realizaron en agosto y noviembre del 2004. La profundidad registrada fue de entre 28 y 45 m, la temperatura ambiente osciló entre 30° y 32 °C.

En ambos estudios, de cada lance se separaron los ejemplares de macroalgas y otros organismos, estos fueron lavados y posteriormente se colocaron en frascos de plástico y se conservaron en una solución de formaldehído al 4% con agua de mar. Cada frasco fue etiquetado con la localidad, fecha y número de lance.

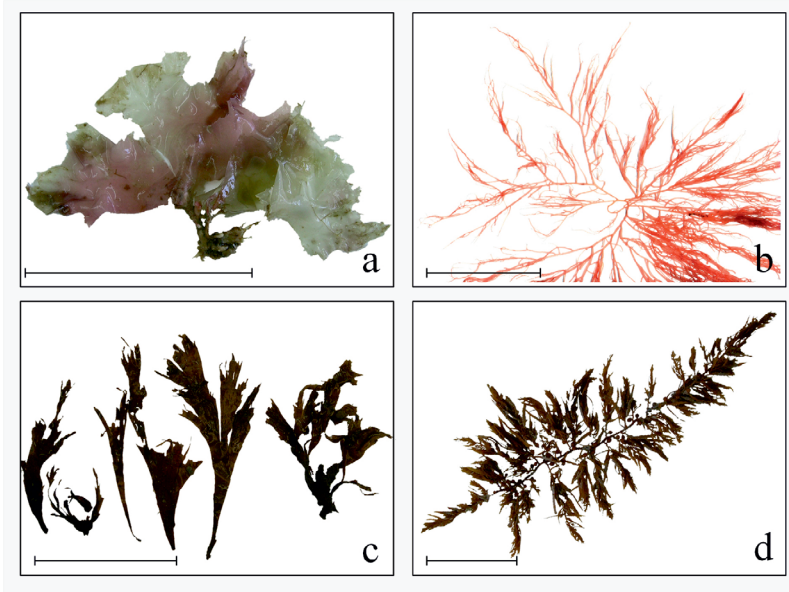
Las macroalgas fueron identificadas con base en la observación de su morfología externa, anatomía y estructuras reproductivas, usando claves y descripciones de especies de la región según Setchell y Gardner (1920, 1924), Smith (1944), Taylor (1945, 1957), Dawson (1953, 1954, 1960, 1961, 1962, 1963a, 1963b), Dawson *et al.* (1960a, 1960b), Abbott y Hollenberg (1976). El arreglo sistemático de las especies en el listado fue de acuerdo con el orden propuesto por Wynne (1986). Para actualizar la nomenclatura de las especies se consultó la página electrónica [www.algaebase.org](http://www.algaebase.org) de Guiry y Guiry (2010). Además se reconocieron ejemplares de esponjas, hidrozoarios y hueva de moluscos, que no fueron identificados a nivel de especie o género. De cada uno de los grupos reconocidos se tomó una fotografía con una cámara digital CASIO, y en su caso microfotografías con un microscopio Olympus BX41, con una cámara Evolution LC Color.

## **RESULTADOS**

### *Macroalgas en redes de arrastre de camarón*

De los 128 lances de 2004 y 56 de 2005, sólo en 14 de ellos se encontraron macroalgas como parte de la flora de acompañamiento del camarón. Se identificaron un total de 13 especies, una de la división Chlorophyta, cuatro de la división Phaeophyta, y ocho

de la división Rhodophyta (Tabla 1). La especie más frecuente fue *Gracilaria vermiculophylla* (fig. 1). Además, de la flora se reconocieron otros grupos como esponjas (tres lances), hidrozoarios (cuatro lances) y huevos (un lance); de estos últimos, se identificaron huevos que posiblemente sean de un gasterópodo. En el mes de agosto del 2005 se encontró el mayor número de especies de macroalgas (5). Los grupos identificados se obtuvieron en lances realizados entre los 12 y 41 m de profundidad.



**Figura 1.** a) Hábito de *Cryptonemia borealis* encontrada en los arrastres como flora de acompañamiento, b) Hábito de *Gracilaria vermiculophylla* encontrada en los arrastres como flora de acompañamiento, c) Hábito de *Padina durvillei* encontrada en los arrastres como flora de acompañamiento d) Hábito de *Sargassum marchantiae* encontrado en los arrastres como flora de acompañamiento (línea escala 10 cm).

#### *Macroalgas en redes de arrastre en áreas impactadas vs no impactadas*

Se obtuvieron algunos ejemplares de macroalgas en agosto de 2004, mientras que en noviembre de 2004 no hubo flora asociada. De los lances de agosto, solo se encontraron macroalgas en cuatro lances de la zona impactada y en dos de la zona no impactada. Los grupos identificados en ambas zonas impactada y no impactada fueron similares, e incluyen a las algas café *Padina concrescens* y *Sargassum* sp. Además, se reconocieron ejemplares de hidrozoarios y huevos de tres tipos. El gradiente de profundidad en el que se encontraron estos grupos fue de 28 a 45 m (Tabla 2).

Tabla 1. Macroalgas, esponjas, hidrozoarios y hueva de otras especies identificados en redes de arrastre de camarón en lances realizados en el litoral de Sonora durante la época de veda 2004 y el año 2005. Solo se presentan los lances en donde se encontraron macroalgas y otros organismos.

Fecha	Julio de 2004								Agosto de 2004			Julio de 2005	Agosto de 2005			Septiembre de 2005	
	12	13	21	23	27	31	35	41	13	25	36	4 (lance)	11	14	31	57	59
<b>Chlorophyta</b>																	
<i>Cladophora graminea</i> F.S. Collins																	X
<b>Phaeophyta</b>																	
<i>Padina durvillei</i> Bory de Saint Vincent															X		
<i>Sargassum horridum</i> Setchell & N.L. Gardner												X					
<i>Sargassum marchantae</i> Setchell & N.L. Gardner						X											
<b>Rhodophyta</b>																	
<i>Amphelia plicata</i> (Hydson) Fries														X			
<i>Ceramium comptum</i> Børgesen		X															
<i>Cryptonemia borealis</i> Kyllin	X		X														
<i>Gracilaria textorii</i> (Suringar) De Toni														X			
<i>Gracilaria vermiculophylla</i> (Ohmi) Papenfuss				X			X		X	X	X						X
<i>Hypnea valentiae</i> (Turner) Montagne														X			X
<i>Polysiphonia pacifica</i> Hollenberg		X															
<i>Spyridia filamentosa</i> (Wulfen) Harvey											X				X		X
<b>Porifera</b>																	
Esponja sp. 1			X														
Esponja sp. 2					X				X								
<b>Cnidaria</b>																	
Hidrozoario spp.	X	X				X				X							X
<b>Mollusca</b>																	
Huevos de gasterópodo								X					X				
<b>Animalia o Metazoa</b>																	
Huevos sp. 1 (rizados)								X									

**Tabla 2.** Macroalgas, hidrozoarios y huevo identificados en redes de arrastre de camarón en lances realizados en el sitio "El Colorado" en dos zonas impactada vs no impactada en 2004. Solo se presentan los lances en donde se encontraron macroalgas y otros organismos.

	Agosto 2004					
	Zona Impactada				Zona no Impactada	
Profundidad (m)	28	31	36	37	41	45
<b>Phaeophyta</b>						
<i>Padina durvillei</i>		X	X	X	X	
<i>Sargassum</i> sp.				X		
Hidrozoario spp.		X	X		X	
<b>Animalia o Metazoa</b>						
Huevos rizados	X	X				
Huevos planos		X	X		X	X
Huevos transparentes				X		

## DISCUSIÓN

### *Macroalgas en redes de arrastre de camarón*

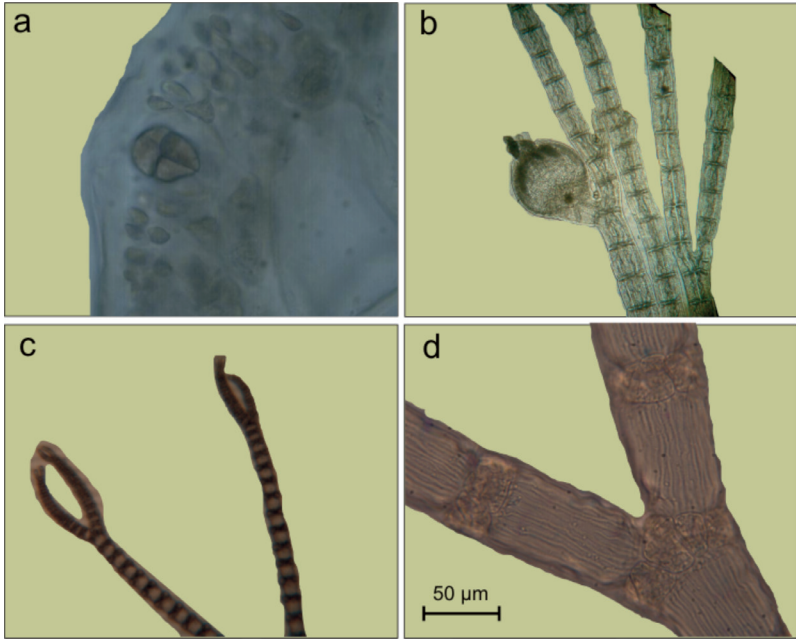
Los resultados de este estudio contribuyen a los esfuerzos que se están haciendo para valorar el efecto de la actividad pesquera sobre grupos no considerados tradicionalmente, como son las macroalgas. En el Pacífico mexicano se han realizado estudios para evaluar el efecto en mantos de rodolitos (Steller *et al.* 2003), sin embargo, a estos deben sumarse otros grupos como son macroalgas, esponjas, hidrozoarios y estructuras reproductoras de moluscos, los cuales aparecieron en los lances analizados en este trabajo. Por ello, es necesario incrementar los estudios para estimar la frecuencia y abundancia de estos recursos en los artes de pesca antes, durante y después de su operación en diferentes áreas geográficas.

En general, las especies de macroalgas encontradas se han reportado en otros ambientes del Pacífico mexicano (González *et al.* 1996); aunque las profundidades a las que se encontraron representan registros importantes para la flora entre los 7 y 50 m. No se pueden comparar los registros obtenidos en este trabajo con trabajos previos debido a que no se tienen reportes previos de macroalgas en redes de arrastre para la región.

De las especies encontradas, los ejemplares del género *Ceramium* y *Polysiphonia* son de pocos centímetros y crecen como epífitos de



otras especies de algas (fig. 2), por el contrario, *Cryptonemia borealis*, *Gracilaria vermiculophylla*, *Padina durvillei*, *Sargassum marchantiae* (fig. 1) y *Spyridia filamentosa* son especies de más de 10 cm de talla, y son características de fondos arenosos blandos, tal como los sitios en donde se lleva a cabo la pesca del camarón.



**Figura 2.** a) Tetrasporangio de *G. vermiculophylla* encontrado durante los arrastres (40X), b) Detalle del hábito de *Polysiphonia pacifica* encontrada en los arrastres como flora de acompañamiento (10X), c) Hábito de *Ceramium comptum* encontrado en los arrastres como epífita de la flora de acompañamiento, sección media del hábito (10X), d) Sección media del hábito (40X).

*Gracilaria vermiculophylla* fue la especie más frecuente en los lances. Esta especie se caracteriza por tener talo erecto, de color café oscuro, verde, amarillento, púrpura o guinda, el talo es generalmente ramificado con ejes cilíndricos y puede llegar a medir hasta 40 cm de largo (fig. 1b), generalmente tiene una estructura de fijación discoidal pequeña. *G. vermiculophylla* es originaria del Pacífico norte y es considerada una especie invasora en el Pacífico este (Bellorin *et al.* 2004), cuyo éxito en algunos estuarios someros, se ha relacionado a su asociación con el poliqueto *Diopatra cuerea* (Bosc, 1802), a su eficiencia en el reclutamiento en sustratos duros, a su alta tolerancia a la desecación, al enterramiento dentro del sedimento, a su tolerancia a la baja irradiación a cambios repentinos de temperaturas, y a la larga persistencia de talos pequeños y

fragmentos grandes de talos en estado vegetativo (como *G. verrucosa* (Huds.) Papenfuss, Thomsen 2004a, b, Thomsen *et al.* 2005).

En el Golfo de California, *G. vermiculophylla* se ha encontrado en lagunas costeras con profundidades máximas de hasta 5 m, en un amplio rango de temperaturas (21.5 a 32.5 °C) y salinidades (16.6 a 40.5 psu) (Piñón-Gimate *et al.* 2008). Es posible que la tolerancia de esta especie a bajas irradiaciones le permita encontrarse en un amplio rango de profundidades, de ahí que aparezca en los lances de profundidades de hasta 40 m. La presencia de cistocarpos y tetrasporas en talos de *G. vermiculophylla* (fig. 2a), se ha relacionado con el tipo de sustrato donde crece. El número y dominancia de cierta fase reproductiva o vegetativa varía de acuerdo con los cambios de salinidad, temperatura y el tipo de sustrato (Chirapart *et al.* 1992), que a menudo se encuentran correlacionados entre ellos y con otros factores ambientales como los nutrientes (Kain, 1989). En la costa de Sinaloa, se ha reportado la especie en sustrato predominantemente fangoso-arenoso, asociándose la presencia de estructuras reproductoras y fases vegetativas (Piñón-Gimate *et al.* 2008, Hernández-Tovalín 2007).

*Spyridia filamentosa* tiene un talo de color rojo rosado que puede medir hasta 20 cm de alto. Crece sobre rocas y arena en las zonas intermareales, se distribuye a lo largo de la costa del Pacífico mexicano (Ochoa-Izaguirre *et al.* 2007), siendo abundante cuando la temperatura del Golfo de California es alta (Mateo-Cid *et al.* 1993, Núñez-López 1996, Casas-Valdez *et al.* 2000). Ocurrencias conspicuas de esta especie en la región se encuentran asociadas a diversos factores ambientales, tales como la temperatura y el enriquecimiento por nutrientes (Piñón-Gimate *et al.* 2008). Lo mismo ocurre con la especie *Hypnea valentiae* que ha sido descrita en la región, cuando su abundancia es alta (más de 1g/m<sup>2</sup>) se atribuye a la presencia de alguna fuente de nutrientes. *H. valentiae* es una especie de talo erecto a ligeramente decumbente que puede medir hasta 20 cm de alto. Esta especie presenta una amplia distribución a lo largo de la costa del Pacífico mexicano y se encuentra desde Punta Descanso, Baja California; en el Golfo de California hasta Acapulco, Guerrero; su presencia en lagunas costeras es común y se encuentra generalmente en sustrato arenoso en la zona intermareal y submareal (Ochoa-Izaguirre *et al.* 2007). No se tienen datos sobre la preferencia por nutrientes de las otras especies.

En las costas brasileñas se ha observado que las especies de macroalgas sobre pastos marinos que son directamente afectados por el arrastre de las anclas, tienen una recuperación diferencial, por ejemplo, las especies del género *Udotea* se recuperaron del disturbio, pero especies tales como *Dictyota mertensii* (Martius) Kützinger, *Dictyota cervicornis* Kützinger, *Padina* spp. y *Laurencia obtusa* (Hudson) mostraron patrones de recuperación diferentes dependiendo de la especie y la época del año. Un año después del impacto del arrastre las comunidades mostraron todavía los signos del arrastre pero eventualmente se recuperaron (Creed y Amado-Filho 1999).

Los daños causados en el ecosistema marino varían en función del sistema de pesca de arrastre, las artes (tipo, configuración y peso), el tipo de sedimento y biota, y las perturbaciones naturales (Jones 1992, Kaiser y Spencer 1996). Por ejemplo, en aguas costeras de Barcelona, la pesca de arrastre generó un aumento lento y gradual de la turbidez en la columna de agua, efecto que duró hasta cuatro o cinco días después de la pesca, ya que la cantidad de partículas en suspensión en la zona de estudio se triplicó (Palanques *et al.* 2001). En la región, algunos de los efectos que se han estudiado tienen que ver con la resuspensión del sedimento inducida por los arrastres, lo cual tiene implicaciones en el decaimiento y la remineralización de la materia orgánica con un fuerte impacto en el balance de nutrientes. El flujo de nitrógeno sedimentario incrementa substancialmente como aumenta la tasa de bioturbación y durante los arrastres de fondo, especies oportunistas de poliquetos (organismos bioturbadores) colaboran con el flujo de nitrógeno sedimentario (Aller 1988). La resuspensión derivada de los arrastres introduciría amonio regenerado y el nitrato (nitrificación) en una columna bien oxigenada; por lo tanto, estas especies nitrogenadas estarán disponibles para el ecosistema aeróbico (Seitzinger 1988). La resuspensión de 1 mm de sedimento es suficiente para duplicar o triplicar el flujo de nutrientes hacia la zona fótica. Estos flujos pueden llevar al cambio de la comunidad picoplanctónica (e.g., cocolitofóridos) a diatomeas, resultando en un incremento significativo en la productividad primaria y la tasa de carbono orgánico exportado (Chávez 1996, Sánchez y Carriquiry 2007). De esta forma, el cambio neto en la regeneración de nutrientes por decaimiento y remineralización de la materia orgánica producto del arrastre pueden conducir a un impacto deseable o indeseable (Sánchez *et al.* 2009).

Algunas de las especies de macroalgas encontradas en el presente trabajo han sido reportadas como especies oportunistas bien adaptadas a condiciones de alta turbidez (e. g. lagunas costeras de Sinaloa), y a altas concentraciones de nutrientes (e.g. *G. vermiculophylla* y *S. filamentosa*). En la región estas especies se encontraron formando florecimientos macroalgales asociados a enriquecimientos de nutrientes (Piñón-Gimate *et al.* 2008), así como en otras áreas geográficas (Valiela *et al.* 1997). Debido a que no se tienen estimaciones cuantitativas sobre la flora asociada a la pesca de arrastre, es difícil decir cuales serán los efectos directos de la pesca sobre estas comunidades, sin embargo, si la pesca de arrastre conlleva a un “enriquecimiento” de nutrientes en la columna de agua, esto pudiera ocasionar la aparición de florecimientos macroalgales. Aun cuando las macroalgas son importantes componentes del bentos, un exceso de estas es indeseable, debido a los efectos a largo plazo como son la anoxia por descomposición de grandes biomásas que llevarían al desplazamiento de las comunidades que se encuentren asociadas a ellas (Valiela *et al.* 1997).

Por otra parte, el arrastre de macroalgas que sirven de refugio a numerosas especies de peces y otros organismos estaría “dejando” al descubierto organismos juveniles de diferentes especies (e. g. peces). En la región en muestreos con redes camaroneras se han encontrado juveniles de peces de la especie *Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1869) que tienen preferencia por sustratos de arena fina y restos de conchas en ambientes planos y abiertos (Szedlmayer y Conti 1998, Piñón-Gimate 2005) y que pudieran estar alimentándose de los organismos que se alimentan de las macroalgas, moluscos y otros invertebrados. Los estudios realizados sobre el impacto de la pesca de arrastre en los diversos componentes del ecosistema marino, han encontrado resultados contrastantes, evidenciando que los efectos de la pesca de arrastre sobre el bentos no es una tarea fácil de investigar (Sánchez *et al.* 2009).

Las especies de macroalgas reportadas en el presente trabajo no han sido estudiadas en relación directa con el camarón, pero se ha observado que crecimientos más acelerados del camarón café se asocian a la presencia de ciertas macroalgas en los estanques de cultivo, por ejemplo, cuando la especie *Caulerpa sertularioides* (S. G. Gmelin) M. Howe está presente, se obtienen crecimientos mejores que cuando no se encuentra (Porchas-Cornejo *et al.* 1999).

Reproductores y juveniles de camarón café, han sido capturados del medio natural en áreas en donde existe la presencia de esta alga verde, por lo que se intuye alguna relación con esta especie, (Porchas-Cornejo *et al.* 1999).

*Macroalgas en redes de arrastre en áreas arrastradas vs no arrastradas*

En el sitio El Colorado no se encontraron diferencias en la composición de las algas de los fondos arrastrados *vs* los no arrastrados. En estudios realizados en fondos arrastrados *vs* fondos no arrastrados se ha encontrado que las variables geoquímicas del material sedimentario en fondos de la región, no mostraron diferencias significativas (con excepción del tamaño de grano) entre zonas de arrastre y no arrastre lo que sugiere que el transporte de materiales y energía regularían los procesos biogeoquímicos. De esta forma, la tasa de recuperación del fondo marino estaría mediada por factores físicos, químicos y biológicos y aparentemente el ecosistema bajo el efecto de la pesca de arrastre de fondo en la costa de Sinaloa es capaz de absorber este impacto (Sánchez *et al.* 2009). Finalmente se sugiere hacer un monitoreo de la tasa de relleno de los “parches” derivados del disturbio ocasionado por el arrastre, lo que puede ser una herramienta útil que permitiría predecir la tasa de recuperación de las comunidades bentónicas, así como una mejor evaluación de actividades antropogénicas en los ecosistemas bentónicos de ambientes continentales marginales.

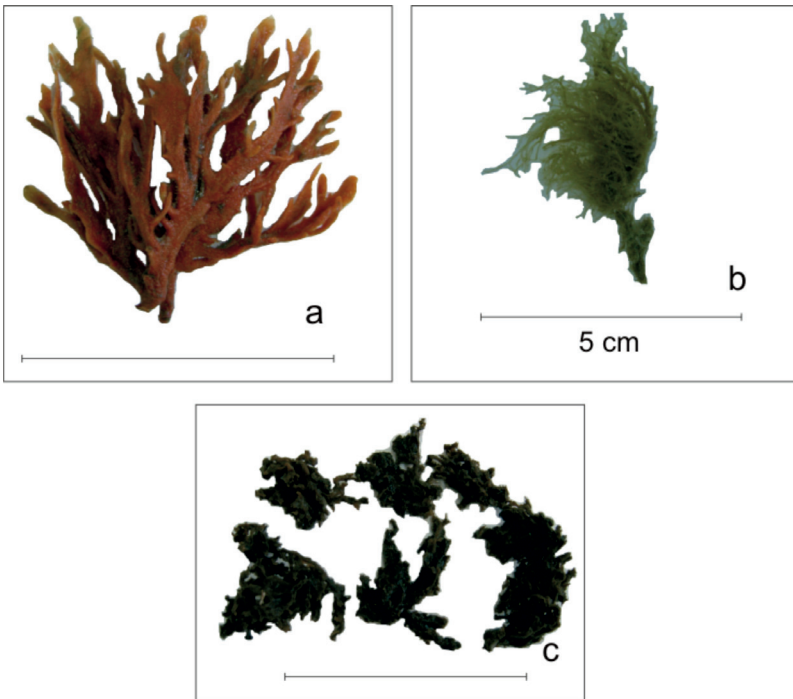
*Otros organismos encontrados en las redes de arrastre*

En los arrastres analizados se encontraron otros grupos como esponjas, hidrozoarios y huevos de moluscos (fig. 3).

Las esponjas son importantes componentes de muchas comunidades de fondos duros y blandos alrededor del mundo (Dayton *et al.* 1974, Guida 1976, Reiswig 1981, Barthel 1986) y son a menudo muy abundantes en aguas costeras someras (Hartman 1958, Wells *et al.* 1964, Andrews 1973, Fell *et al.* 1984). Las esponjas forman parte de la epifauna no motil, son organismos que filtran el agua a través de sus cuerpos y no poseen conchas o alguna otra cobertura protectora, por lo que son particularmente susceptibles a heridas o muerte (Fell *et al.* 1989).

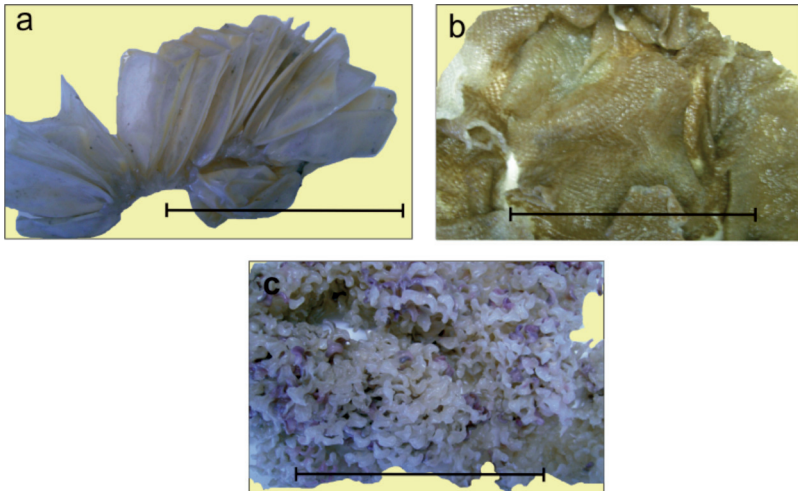
En la región no se han realizado estudios sobre las esponjas que se extraen incidentalmente en la pesca de camarón. En el Golfo de

Alaska la pesca incidental de esponjas y corales gorgonáceos es importante, ya que éstos dan complejidad al hábitat de los fondos duros del golfo. En esta región, la biomasa de esponjas fue la más importante de la biomasa de invertebrados en los arrastres, debido al tamaño que pueden llegar a alcanzar y la relativamente alta densidad de la población. Una comunidad de esponjas dañada tiene repercusiones a largo plazo en las comunidades de peces que en ellas habitan (Kaise y Spencer 1996, Sainsbury *et al.* 1997, Freese 2001). En su estudio Freese (2001) mostró que los daños a las especies de esponjas del Golfo de Alaska fueron importantes y observó que existía una reducción persistente en la densidad de la población de esponjas y además el daño a esponjas “individuales” persistía a v través del tiempo. Este autor discute la falta de información sobre la recuperación de poblaciones de esponjas después del daño por arrastres, sin embargo, se sabe que las poblaciones de esponjas de Alaska no se recuperarían tan rápido como especies que se encuentren en zonas más tropicales.



**Figura 3.** a) Esponja sp. 1 (línea de escala 10 cm), b= Hidrozoarios, c) Esponja sp. 2 (línea de escala 10 cm).

Por otra parte, la presencia de huevos de moluscos en algunos de los arrastres realizados, indica la importancia de la potencial afectación del sustrato debido a que distintos organismos usan los fondos marinos para la depositación de sus huevos. Por ejemplo, en la región del Golfo de California, los moluscos pueden desovar a lo largo del año o estacionalmente (Ceballos-Vázquez *et al.* 2000). Los incrementos en la temperatura disparan la reproducción en la mayoría de los moluscos (Villalejo-Fuerte *et al.* 2002), pero también puede deberse a otros factores tales como la disponibilidad de alimento y el fotoperiodo (Ceballos-Vázquez *et al.* 2000). En la región, se han encontrado agregados importantes de caracoles como el Black murex *Hexaplex nigritus* (Philippi, 1845), aunque este se reproduce solamente durante la primavera y el verano, similar a otros bivalvos de la región tal como el *Spondylus calcifer* (Carpenter, 1857) (Villalejo-Fuerte *et al.* 2002), *Dosinia ponderosa* (Gray, 1838) (Arreola-Hernández, 1997), y *Chione undatella* (Sowerby, 1835) (Baqueiro y Masso 1988), estos moluscos forman grandes agregados de huevos en los fondos marinos y son objeto de la pesca comercial. Debido a esto, se considera de gran importancia la presencia de huevos en los arrastres, que aunque se desconoce a que especies pertenecen (fig. 4), se encuentran en el fondo marino y esto pudiera estar afectando alguna pesquería importante directa o indirectamente.



**Figura 4.** Material identificado como huevo de gasterópodos: a) Huevos transparentes en forma de lámina, b) Huevos planos de aspecto escamoso, c) Huevos rizados de coloración blancusca con tintes morados. Línea de escala = 10 cm.



La información generada resalta la necesidad de realizar estudios detallados sobre el efecto de diferentes artes de pesca sobre las comunidades bentónicas donde operan dichas artes a lo largo de las costas de México, y particularmente en el Pacífico mexicano donde existe una amplia flota de barcos camaroneros.

## AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue financiada por el proyecto SAGARPA-CONACYT 2003-02-089 y el proyecto EP1.1. Se agradece el apoyo del Laboratorio de Especialidades en Pesquerías del CIBNOR Unidad Sonora, especialmente a Eloisa Herrera Valdivia y Rufino Morales Azpeitia.

## REFERENCIAS

- Abbott, I. A., Hollenberg, G. J. (1976). Marine algae of California. Stanford, California. Stanford University Press.
- Aguilar-Palomino, B., Pérez-Reyes, C., Galván-Magaña, F., Abitia-Cárdenas, L. A. (2001). Ictiofauna de la Bahía de Navidad, Jalisco, México. Rev. Biol. Trop. 49: 173-190.
- Alverson, D. L., Freeberg, M. H., Murawski, S. A., Pope J. G. (1994). A global assessment of fisheries bycatch and discards. FAO. Fish. Biol. Tech. Pap. 339.
- Aller, R. C. (1988). Benthic fauna and biogeochemical processes in marine sediments: The role of burrow structures. In T. H. Blackburn, (ed.), Nitrogen Cycling in Coastal Marine Environments: Chichester, John Wiley and Sons. pp. 301-338.
- Amezcu-Linares, F. (1996). Peces demersales de la plataforma continental del Pacífico Central de México. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, México.
- Amezcu-Linares, F., Madrid-Vera, J., Aguirre-Villaseñor, H. (2006). Efecto de la pesca artesanal de camarón sobre la ictiofauna en el sistema laguna de Santa María La Reforma, Suroeste del Golfo de California. Cienc. Mar. 32: 97-109.
- Andrews, J. D. (1973). Effects of tropical storm Agnes on epifaunal invertebrates in Virginia estuaries. Chesapeake Sci. 14: 223-234.
- Arreola-Hernández, F. (1997). Aspectos reproductivos de *Dosinia ponderosa*, Gray, 1838 (Bivalvia:Veneridae) en Punta Arena, Bahía Concepción, B.C.S., México. Tesis de Maestría en Ciencias. Instituto Politécnico Nacional CICIMAR, La Paz, México.
- Balart-Pérez, E. F., Castro-Aguirre, J. L., Torres-Orozco R. (1992). Ictiofauna de las Bahías de Ohuira, Topolobampo y Santa María, Sinaloa, México. Inv. Mar. CICIMAR. 7: 91-103.
- Baqueiro, E., Masso, J. A. (1988). Variaciones poblacionales y reproducción de dos poblaciones de *Chione undatella* (Sowerby, 1835) bajo diferentes regimenes de pesca en la Bahía de La Paz, B.C.S., México. Cienc. Pesq. 6: 51-67.
- Barbera, C., Bordehore, C., Borg, J.A., Glémarec, M., Grall, J., Hall-Spencer, J.M., De



- La Huz, C.H., Lanfranco, E., Lastra, M., Moore, P.G., Mora, J., Pita, M.E., Ramos-Esplá, A.A., Rizzo, M., Sánchez-Mata, A., Seva, A., Schembri P.J., Valle C. (2003). Conservation and management of northeast Atlantic and Mediterranean maerl beds. *Aquatic Conservation: Mar. Freshwater Ecosys.* 13: S65-S76.
- Barthel, D. (1986). On the ecophysiology of the sponge *Halichondria panicea* in Kiel Bight. I. Substrate specificity, growth and reproduction. *Mar Ecol. Prog. Ser.* 32:291-298.
- Bellorin, A. M., Oliveira, M. C., Oliveira, E. C. (2004). *Gracilaria vermiculophylla*: A western Pacific species of Gracilariaceae (Rhodophyta) first recorded from the eastern Pacific. *Phycol. Res.* 52: 69-79.
- BIOMAERL. (1999). Maerl biodiversity; functional structure and anthropogenic impacts. Final Report contract MAS 3-CT95-0020.
- Buschmann, A., Astudillo, C. (2004). Pesca de arrastre: arrasando la vida marina. OCEANA. Santiago. Chile. 22 pp. En: <http://www.oceana.org>
- Casas-Valdez, M., Núñez-López, R. A., Cruz-Ayala, M. B., Sánchez-Rodríguez, I., Vázquez-Borja R., López, G. E. (2000). Biodiversity and biogeographic affinities of the algal flora of Baja California Sur: a synthesis of the literature. In: M. Munawar, S. G. Lawrence, I. F. Munawar, D. F. Malley, (eds.), *Aquatic ecosystems of Mexico: status and scope*. Backhuys Publishers, Leiden. pp. 273-282.
- Ceballos-Vázquez, B. P., Arellano-Martínez, M., García-domínguez, F., Villalejo-Fuerte, M. (2000). Reproductive cycle of the rugose pen shell, *Pinna rugosa* Sowerby, 1835 (Mollusca: Bivalvia) from Bahía Concepción, Gulf of California and its relation to temperature and photoperiod. *J. Shellfish Res.* 19: 95-99.
- Chávez, F. P. (1996). Forcing and biological impact of onset of the 1992 El Niño in central California: *Geoph. Res. Lett.* 23: 265-268.
- Chirapart, A., Lewmanomont, K., Ohno, M. (1992). Seasonal variation of reproductive states of the agar producing seaweed, *Gracilaria changaii* (Xia and Abbott) Abbott, Zhang and Xia in Thailand. *Bull. Mar. Sci. Fish. Kochi Univ.* 12: 9-16.
- Creed, J. C., Amado-Filho, G. M. (1999). Disturbance and recovery of the macroflora of a seagrass (*Halodule wrightii* Ascherson) meadow in the Abrolhos Marine National Park, Brazil: an experimental evaluation of anchor damage. *J. Exper. Mar. Biol. Ecol.* 235: 285-306.
- Darley, W. M. (1982). *Algal Biology. A physiological Approach*. Blackwell Scientific Publications. Oxford.
- Dawson, E. Y. (1953). Marine red algae of Pacific Mexico. Part 1. Bangiales to Corallinaceae subf. Corallinoideae. *Allan Hancock Pacific Expeditions* 17: 1-239.
- Dawson, E. Y. (1954). Marine red algae of Pacific Mexico. Part 2. Cryptonemiales (contd.). *Allan Hancock Pacific Expeditions* 17: 241-398.
- Dawson, E. Y. (1960). Marine red algae of Pacific Mexico. Part 3. Cryptonemiales, Corallinaceae subf. Melobesioideae. *Pac. Naturalist.* 2: 3-125.
- Dawson, E. Y. (1961). Marine red algae of Pacific Mexico. Part 4. Gigartinales. *Pac. Naturalist.* 2: 191-343.
- Dawson, E. Y. (1962). Marine red algae of Pacific Mexico. Part 7. Ceramiales:

- Ceramiales, Delesseriaceae. Allan Hancock Pacific Expeditions 26: 1-207.
- Dawson, E. Y. (1963 a). Marine red algae of Pacific Mexico. Part 6. Rhodymeniales. *Nova Hedwigia*. 5: 437-476.
- Dawson, E. Y. (1963 b). Marine red algae of Pacific Mexico. Part 8. Ceramiales: Dasyaceae, Rhodomelaceae. *Nova Hedwigia*. 6: 401-481.
- Dawson, E. Y., Neushul, M., Wildman, R. D. (1960a). New records of sublittoral marine plants from Pacific Baja California. *Pac. Naturalist*. 1(19/20): 3-30.
- Dawson, E. Y., Neushul, M., Wildman, R. D. (1960 b). Seaweeds associated with kelp beds along southern California and northwestern Mexico. *Pac. Naturalist*. 1(14): 1-81.
- Dayton, P. K., Robilliard G. A., Paine R. T., Dayton, L. B. (1974). Biological accommodation in the benthic community at McMurdo Sound, Antarctica. *Ecol. Monogr.* 44: 1-32.
- De Grave, S., Whitaker, A. (1999). Benthic community re-adjustment following dredging of a muddy-maerl matrix. *Mar. Pollut. Bull.* 38: 102-108.
- Engel, J., Kvitek, R. (1998) Effects of otter trawling on a benthic community in Monterey Bay National Marine Sanctuary. *Conserv. Biol.* 12: 1204-1214.
- Fell, P. E., Parry, E. H., Balsamo, A. M. (1984). The life histories of sponges in the Mystic and Thames estuaries (Connecticut), with emphasis on larval settlement and postlarval reproduction. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 78: 127-141.
- Fell, P. E., Knight, P., Rieders, W. (1989). Low salinity tolerance of and salinity-induced dormancy in the estuarine sponge, *Microciona prolifera* (Ellis and Solander), under long-term laboratory culture. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 65: 83-105.
- Freese, L. J. (2001). Trawl induced Damage to sponges observed from a research submersible. *Mar. Fish. Rev.* 63: 7-13.
- González-González, J., Gold, M., León, H., Candelaria, C., León, D., Serviere, E., Fragoso, D. (1996). Catálogo Onomástico (Nomenclátor) y Bibliografía Indexada de las algas bentónicas marinas de México. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Goñi, R. (1998). Ecosystems effects of marine fisheries: an overview. *Ocean Coast. Manage.* 40: 37-64.
- Guida, V G. (1976). Sponge predation in the oyster reef community as demonstrated with *Cliona celata* Grant. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 25: 109-112
- Guiry, M. D., Guiry, G. M. (2008). *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>; searched on 30 September 2008.
- Hall, S. J. (1999). The effects of fishing on marine ecosystems and communities: Blackwell Science, Oxford.
- Hall-Spencer, J. M. (1998). Conservation issues relating to maerl beds as habitats for mollusks. *J. Conchology*. 2: 271-286.
- Hall-Spencer, J. M., Moore, P. G. (2000a). Scallop dredging has profound, long-term impacts on maerl habitats. *ICES. J.Mar. Sci.* 57: 1407-1415.
- Hall-Spencer, J. M., Moore, P. G. (2000b). Impact of scallop dredging on maerl grounds. In: M. J. Kaiser, S. J. de Groot (eds.), *Effects of fishing on non-target species and habitats*, Balckwell Science. Oxford. pp. 105-118.

- Hartman, W. D. (1958). Natural history of the marine sponges of southern New England. Bull. Peabody Mus. 12: 1-155.
- Hendrickx, M. (1986). Distribución y abundancia de los camarones peneidos (Crustacea: Decapoda). Ann. Inst. Cien. Mar Limnol. Univ. Auton. México. 13: 345-368.
- Hendrickx, M. (1996). Los camarones peneoidea bentónicos del Pacífico Mexicano. Comisión Nacional para la Biodiversidad-Universidad Nacional Autónoma de México.
- Hernández-Tovalín, O. A. (2007). Composición y variación estacional de las macroalgas en las lagunas costeras de Sinaloa, México. Tesis de Licenciatura. UAS. FACIMAR.
- Hollingworth, C. E. (Ed.) (2000). Ecosystem Effects of Fishing. Proceedings of the ICES/SCOR Symposium. ICES J. Mar. Sci. 57: 465-791.
- Jennings, S., Kaiser, M. J. (1998). The effects of fishing on Marine Ecosystems. Adv. Mar. Biol. 34: 201-212.
- Jones, J. B. (1992). Environmental impact of trawling on the seabed: a review. New Zealand. J. Mar. Fresh. Res. 26: 59-67.
- Kain, J. M. (1989). The seasons in the subtidal. Br. Phycol. J. 24: 203-215.
- Kaiser, M. J., Spencer, B. E. (1996). The effects of beam-trawl disturbance on infaunal communities in different habitats. J. Animal Ecol. 65: 348-358.
- Madrid-Vera, J., Ruíz-Luna, A., Rosado-Bravo, I. (1998). Peces de la plataforma continental de Michoacán y sus relaciones regionales en el Pacífico Mexicano. Rev. Biol. Trop. 46: 267-276.
- Mateo-Cid, L., Sánchez-Rodríguez, I., Rodríguez-Montesinos, E., Casas-Valdez M. (1993). Estudio florístico de las algas marinas bentónicas de Bahía Concepción, B.C.S., México. Cienc. Mar. 19(1): 41-60.
- May, R. M. (1992). How many species inhabit the earth?. Sci. Am. 267: 18-24.
- Neushul, M. D., Coon, D. (1971). Bibliography on the ecology and taxonomy of marine algae. In: J. Parker, (ed.), Selected Papers in Phycology. University of Nebraska, Nebraska. pp. 12-17.
- Núñez-López, R. A. (1996). Estructura de la comunidad de macroalgas de la Laguna San Ignacio. Tesis de Maestría. CICIMAR-IPN.
- Ochoa-Izaguirre, M. J., Aguilar-Rosas, R., Aguilar-Rosas, L. E. (2007). Catálogo de macroalgas de las lagunas costeras de Sinaloa. In: F. Páez-Osuna, (ed.), UNAM, México. pp. 117.
- Palanques, A., Guillén, J., Puig P. (2001). Impacto de la pesca de arrastre en el sedimento y en la turbidez del agua de la zona costera. VI Jornadas Españolas de Ingeniería de Costas y Puertos, Palma de Mallorca.
- Piñón-Gimate, A. (2005). Contribución al conocimiento de la biología de las especies *Hoplograps guentherii*, *Lutjanus argentiventris*, *Lutjanus colorado* y *Lutjanus guttatus* de la Bahía de Mazatlán y Santa María La Reforma. Tesis de Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Piñón-Gimate, A., Serviere-Zaragoza, E., Ochoa-Izaguirre, M. J., Páez-Osuna, F. (2008). Species composition and seasonal changes in macroalgal blooms in lagoons along the southeastern Gulf of California. Bot. Mar. 51: 112- 123.
- Porchas-Cornejo, M. A., Martínez-Córdova, L., Magallón-Barajas, F., Naranjo-Páramo J., Portillo-Clark G. (1999). Efecto de la macroalga *Caulerpa sertularioides* en el

- desarrollo del camarón *Penaeus californiensis* (Decapoda: Peneidae). Rev. Biol. Trop. 47(3): 437-442.
- Reiswig, H. M. (1981). Partial carbon and energy budgets of the bacteriosponge *Verongia fistularis* (Porifera: Demospongiae) in Barbados. Mar. Ecol. 2: 273-293.
- Rijnsdorp, A. D., Buys, A. M., Storbeck, F., Visser, E. G. (1998). Micro-scale distribution of beam trawl effort in the southern North Sea between 1993 and 1996 in relation to the trawling frequency of the sea bed and the impact on benthic organisms. J. Mar. Sci. 55: 403-419.
- Sainsbury, K. J. (1988). The ecological basis for multispecies fisheries, and management of a demersal fishery in tropical Australia. In: J. A. Gulland, (ed.), Fish Population Dynamics. John Wiley and Sons, Chichester, UK. pp. 349-382.
- Sainsbury, K. J., Campbell, R. A., Lindholm, R., Whitelaw, A. W. (1997). Experimental management of an Australian multispecies fishery: examining the possibility of trawl-induced habitat modification. In: E. K. Pikitch, D. D. Huppert, M. P. Sissenwine, (eds.), Global trends: fisheries management. Am. Fish. Soc. Symp. 20, Bethesda, Maryland. pp. 107-112.
- Sánchez, A., Aguñiga S., Lluch-Belda, D., Camalich-Carpizo, J., del Monte-Luna, P., Ponce-Díaz, G., Arreguín-Sánchez, F. (2009). Geoquímica sedimentaria en áreas de pesca de arrastre y no arrastre de fondo en la costa de Sinaloa-Sonora, Golfo de California. Bol. Soc. Geol. Mex. 61: 25-30
- Sánchez, A., Carriquiry, J. (2007). Acumulación de Corg, Norg, Porg y BSi en la Margen de Magdalena, B.C.S., México durante los últimos 26 ka. Cienc. Mar. 33: 23-35.
- Scagel, R. F. 1959. The rol of plants in relation to animals in the marine environment. Marine biology proceedings. 20th Biology Colloquim. Oregon State Collage.
- Seitzinger, S. P. (1988). Denitrification in freshwater and coastal marine ecosystems: ecological and geochemical significance. Limnol. Oceanog. 33: 702-724.
- Setchell, W. A., Gardner, N. L. (1920). The marine algae of the Pacific coast of North America. Part II. Chlorophyceae. University of California Publications in Botany 8: 139-374.
- Setchell, W. A., Gardner, N. L. (1924). New marine algae from the Gulf of California. Proc. Calif. Acad. Sci. Ser. 12: 695-949.
- Shannon, L. J., Cury, P. M., Jarre, A. (2000). Modelling effects of fishing in the southern Benguela ecosystem. ICES J. Mar. Sci. 57: 720-722.
- Smith, G. M. (1944). Marine algae of the Monterey Peninsula. Stanford: Stanford University Press.
- Steller, D. L., Ríosmena-Rodríguez, R., Foster M. S., Roberts C. A. (2003). Rhodolith bed diversity in the Gulf of California: the importance of rhodolith structure and consequences of disturbance. Mar. Freshwater Ecosys. 13: S5-S20.
- Szedlmayer, S. T., Conti, J. (1998). Nursery habits, growth rates, and seasonality of age-0 red snapper, *Lutjanus campechanus*, in the northeast Gulf of Mexico. Fish. Bull. 97: 626-635.
- Taylor, W. R. (1945). Pacific marine algae of the Allan Hancock expeditions to the Galapagos Islands. Allan Hancock Pacific Expeditions.

- Taylor, W. R. (1957). Marine algae of the northeastern coast of North America. Ann Arbor: The University of Michigan Press.
- Thomsen, M. S. (2004a). Macroalgal distribution patterns and ecological performances in a tidal coastal lagoon, with emphasis on the non indigenous *Codium fragile* ssp. *tomentosoides*. Dissertation, University of Virginia, Charlottesville, Virginia.
- Thomsen, M. S. (2004b). Species, thallus size and substrate determine macroalgal break forces and break places in a low energy soft bottom lagoon. *Aquat. Bot.* 80: 153-161.
- Thomsen, M. S., Deluqui-Gurgil, C. F. Fredericq, S., McGlathery, K. J. (2005). *Gracilaria vermiculophylla* (Rhodophyta, Gracilariales) in Hog Island Bay, Virginia: a cryptic alien and invasive macroalga and taxonomic correction. *J. Phycol.* 42: 139-141.
- Valiela, I., McClelland, J., Hauxwell, J., Behr, P., Hersh, D., Foreman, K. (1997). Macroalgal blooms in shallow estuaries: controls and ecophysiological and ecosystem consequences. *Limnol. Oceanogr.* 42: 1105-1118.
- Villalejo-Fuerte, M., Arellano-Martinez, M., Ceballos-Vázquez, B. P., García-Domínguez, F. (2002). Reproductive Cycle of *Spondylus calcifer* Carpenter, 1857 (Bivalvia : Spondylidae) in the "Bahía de Loreto" National Park, Gulf of California, Mexico. *J. Shellfish Res.* 21: 103-108.
- Watling, L., Norse, E. A. (1998). Disturbance of the seabed by mobile fishing gear: a comparison to forest clear cutting: *Cons. Biol.* 12: 1180-1197.
- Yáñez-Arancibia, A. (1986). Ecología de la zona costera. A.G.T. Editor, México, D.F.
- Wells, H. W., Wells, M. J., Gray, I. E. (1964). Ecology of sponges in Hatteras Harbor, North Carolina. *Ecology.* 45: 752-767.
- Wolff, M., Milessi, M. (2005). Modelación ecotrófica multiespecífica e indicadores cuantitativos ecosistémicos para la administración de pesquerías. Reporte Curso Internacional. Universidad Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Wynne, M. J. (1986). A check list of benthic marine algae of the tropical and subtropical western Atlantic: first revision. *Beih. Nova Hedwigia.* 116: 1-155.

---

### CITA DE CAPÍTULO 3

Serviere-Zaragoza, E., A. Mazariegos-Villareal, A. R. Rivera-Camacho, J. López-Martínez y A. Piñón-Gimate. 2012. Macroalgas en redes de arrastre para camarón en fondos marinos del Golfo de California. En: López-Martínez J. y E. Morales-Bojórquez (Eds.). Efectos de la pesca de arrastre en el Golfo de California. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. y Fundación Produce Sonora, México, pp. 49-69.

