

1. Prefacio

La conservación y el manejo de los pepinos de mar son de extrema importancia por cuanto este animal cumple un rol importante en el ecosistema marino y son una fuente importante de ingresos para muchas comunidades costeras a nivel mundial (Conand, 1990; Conand y Byrne, 1994). El grave estado actual (ver Glosario) de las poblaciones de pepino de mar en varios países puede ser atribuido a tres causas generales: la explotación desenfrenada, la demanda cada vez mayor del mercado y un manejo pesquero inadecuado. Las características únicas de la historia de vida de los holoturios (p. ej. reclutamiento bajo o poco frecuente, gran longevidad y éxito reproductivo dependiente de la densidad) también convierten a estas especies altamente vulnerables a la sobrepesca.

La vulnerabilidad de las poblaciones de pepinos de mar a las extinciones locales y al riesgo de la pérdida a largo plazo de la productividad pesquera ha dado lugar a varias reuniones internacionales y regionales de científicos expertos y manejadores pesqueros en los últimos años. En el 2003, la FAO organizó el taller técnico “Avances en la acuicultura y manejo de pepinos de mar” y publicó un informe con los documentos técnicos y recomendaciones para el manejo pesquero (Lovatelli *et al.*, 2004). La Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES, por su siglas en inglés) también tuvo un taller técnico en el 2004 en Malasia titulado “Conservación de los pepinos de mar en las familias Holothuriidae y Stichopodidae”, proveyendo la justificación científica y urgiendo en la necesidad inmediata de la conservación y explotación sostenible de pepinos de mar (Conand, 2004, 2006a, 2006b; Bruckner, 2006a). En el 2006, el Centro Australiano para la Investigación Agrícola Internacional (ACIAR, por sus siglas en inglés) organizó un taller para producir un manual técnico simple para ayudar a los manejadores pesqueros del Pacífico a diagnosticar la salud de sus pesquerías de pepinos de mar y desarrollar planes de manejo apropiados (Friedman *et al.*, 2008a). La Asociación de Ciencias Marinas del Océano Índico Occidental (WIOMSA, por sus siglas en inglés) también financió un proyecto titulado la Ciencia Marina para el Manejo (MASMA, por sus siglas en inglés) para estudiar la biología, los aspectos socioeconómicos y el manejo de las pesquerías de pepino de mar para ayudar a los países del Océano Índico Occidental (Conand y Muthiga, 2007).

Una recomendación común de estas reuniones internacionales es el ayudar a mejorar el manejo pesquero nacional. Los manejadores de recursos necesitan asesoramiento prescriptivo en qué regulaciones de manejo y actividades son las mejores para las pesquerías de pepino de mar. Desafortunadamente, existen pocos manuales técnicos actualmente en el manejo de las pesquerías de pepino de mar, dejando a los manejadores pesqueros con la tarea subjetiva de elaborar principios de manejo sobre la base de otros recursos. Adicionalmente, las pesquerías de pepino de mar difieren grandemente en escala, el ámbito cultural, estructura socio económica, métodos de pesca y en la capacidad técnica de los manejadores.

Para afrontar estos retos, la FAO llevó a cabo un proyecto global en pesquerías de pepino de mar. El objetivo principal fue revisar el estado global de las poblaciones de pepino de mar y en proveer herramientas de apoyo para mejorar su conservación y explotación sostenible (Toral-Granda, Lovatelli y Vasconcellos, 2008). Se llevó a cabo un taller internacional en noviembre del 2007 en Puerto Ayora, Isla Santa Cruz, Galápagos (Ecuador) para identificar las medidas de manejo que mejor se acomoden a las pesquerías de pepinos de mar. Este documento técnico es el principal resultado de este taller.



Arriba: Los participantes del taller de la FAO en la Estación Científica Charles Darwin, Galápagos, Noviembre 2007

El propósito de este documento técnico es el contribuir a un manejo mejorado y efectivo de los pepinos de mar así como a una mejor gobernabilidad de las pesquerías de pepino de mar en el mundo a través de la implementación efectiva del enfoque de ecosistemas en la pesca (EEP). Presenta las mejores prácticas de las medidas de manejo aplicables a la mayoría de las pesquerías y provee de ejemplos y medidas específicas para cada situación que pueden ser utilizadas en algunos escenarios. Basándose sobre las lecciones descritas en las Revisiones Regionales de las pesquerías de pepinos de mar (Torral-Granda, Lovatelli y Vasconcellos, 2008) se presentan ejemplos prácticos sobre una gran variedad de pesquerías, desde las zonas tropicales a las zonas templadas. Notablemente, este documento técnico espera ayudar a los manejadores pesqueros a escoger regulaciones y planes de acción para mantener y restaurar la capacidad productiva y la biodiversidad de las poblaciones de pepino de mar y ecosistemas pesqueros, a la vez que consideran su rol en el sustento de los pescadores.

Este documento técnico está destinado a los manejadores pesqueros, agencias de desarrollo y extensionismo, agencias de implementación y comercio, oficiales de política, pescadores con educación y grupos especiales de interés. Es una herramienta de apoyo en las decisiones para el desarrollo de los planes de manejo pesquero y las estrategias para la conservación de la biodiversidad. Este documento adopta el enfoque de ecosistemas en la pesca (EEP) (FAO, 2003) al reconocer la importancia de los pepinos de mar al sustento de los pueblos costeros rurales y los impactos socioeconómicos de las medidas de manejo. En este contexto, el manejo pesquero deber encontrar un equilibrio sensible entre la necesidad de optimizar los beneficios a largo plazo a los pescadores y la conservación de la biodiversidad del recurso. Estos compromisos fueron discutidos entre los biólogos, sociólogos y manejadores expertos en el Taller de Galápagos.

En alineación con el EEP, el taller de Galápagos evaluó las acciones potenciales que las agencias responsables del manejo pesquero, el monitoreo, la vigilancia y la aplicación pueden tomar y el conocimiento científico necesario para apoyar las decisiones de manejo. Es así que este documento técnico está designado para un grupo lector amplio y no sólo para manejadores pesqueros. Éste también provee una discusión en la utilidad de CITES para la conservación de especies de holoturios amenazados o agotados.

Si bien nuestro entendimiento de cómo las pesquerías de pepinos de mar deben ser manejadas ha progresado mucho en la última década, todavía se necesita más desarrollo. Si bien Friedman *et al.* (2008) provee una guía de referencia rápida para avisar a los manejadores sobre problemas en sus pesquerías y los dirige a tomar medidas y acciones reguladoras apropiadas, este documento técnico brinda una “hoja de ruta” completo con explicaciones más detalladas y ejemplos. Sin embargo, este documento técnico no es un libro de recetas completo. Más bien, necesita ser visto como un documento de “trabajo en progreso” y representa nuestra posición actual en la carretera al desarrollo de un sistema de manejo responsable para este recurso tan importante.

2. Pesquerías de pepino de mar

2.1 BIOLOGÍA Y ECOLOGÍA

Hay seis órdenes taxonómicos de holoturios pero la mayoría de especies comerciales pertenecen a los órdenes Aspidochirotida y unos pocos a la Dendrochirotida (Conand, 2006a). Revisiones de la biología y ecología de los pepinos de mar comerciales están disponibles (Conand, 1990; Hamel *et al.*, 2001; Conand, 2006a). Aquí se presenta una breve reseña, con referencia particular al manejo pesquero.

Los pepinos de mar comerciales son principalmente gonocóricos; es decir, hay machos y hembras. Sin embargo, algunas especies son hermafroditas (que combinan los dos sexos en el mismo animal). En la mayoría de especies gonocóricas, no es posible distinguir a los machos y hembras por su apariencia externa, pero las poblaciones de pepinos de mar tienen generalmente proporciones de sexos 1:1. La mayoría de los pepinos desovan por difusión (“broadcast spawner”, en inglés), liberando esperma y oocitos (huevos no fertilizados) directamente en la columna de agua. Las hembras pueden liberar miles de millones de oocitos en un solo evento de desove. Los espermatozoides tienen que nadar para encontrar y fertilizar a los oocitos. El éxito reproductivo es, por ende, maximizado cuando los machos y las hembras están relativamente próximos el uno del otro. La liberación de los gametos, p. ej. oocitos y espermatozoides, por parte de los adultos está generalmente desencadenada por señales ambientales (es decir condiciones de la marea específicas, fases lunares, fluctuaciones de temperatura) y señales químicas de otros individuos de la misma especie. Por ejemplo, se cree que la “firma” química del esperma liberado por los machos es percibida por las hembras corriente abajo, las cuales liberan los huevos ante la proximidad del esperma.

Los ciclos reproductivos varían entre las especies, pero la mayoría de las especies tropicales tienden a tener un pico reproductivo a inicios del verano (Conand, 1993; Conand, 2008; Kinch *et al.*, 2008a). Pocas especies, como *Holothuria whitmaei*, desovan principalmente en los meses fríos del año. Algunas especies comerciales pueden desovar varias veces al año o periódicamente cada año, tales como *Isostichopus fuscus* en Ecuador (Mercier, Ycaza y Hamel, 2007) y *Holothuria scabra* en las islas Salomón (Hamel *et al.*, 2001). Las especies de zonas templadas, como *Cucumaria frondosa* en Canadá, generalmente desovan una vez al año en primavera o a inicios del verano (Hamel y Mercier, 1996) (Figura 1). Adicionalmente a la reproducción sexual, cerca de 10 especies se reproducen asexualmente al dividirse por el medio del cuerpo; ambas partes regeneran los órganos necesarios y forman clones del individuo original. Este modo de reproducción por *fisión transversal*, como se la conoce, puede o no ocurrir en diferentes estaciones del año en comparación con la reproducción sexual de varias especies (Uthicke, 1997; Conand, 2006a).

Los oocitos de la mayoría de especies de pepino de mar comercial son pequeños, generalmente por debajo de las 220 μm , y son más o menos neutros en su flotación cuando se los libera a la columna de agua (Mercier, Hidalgo y Hamel, 2004; Agudo, 2006). Sin embargo, las especies comerciales de las regiones templadas pueden poseer oocitos con yemas más grandes y con mayor flotabilidad que pueden medir hasta 1 mm de diámetro (Hamel y Mercier, 1996). En el caso de las especies tropicales con oocitos pequeños, los huevos fertilizados se desarrollan rápidamente en una larva de libre natación, algunas veces en menos de un día. Esta larva se alimentará de microalgas hasta su metamorfosis (mientras que los pepinos de mar dendrochirotidos tienen larvas que no se alimentan o “lecitotróficas”) (Figura 2). La larva pasa desde unas pocas hasta

FIGURA 1

El desove en pepinos de mar. Izquierda: una hembra de *Cucumaria frondosa* desovando en cautiverio. Los cilindros de oocitos anaranjados y apretados han sido expulsados y serán fertilizados externamente por el esperma liberado por los machos. Derecha: un macho de *Bohadschia marmorata* se para erguido en una cama de pastos marinos tropicales y libera su esperma, el cual se dispersa en la columna de agua



FOTO: A. MERCIER Y J.-F. HAMEL

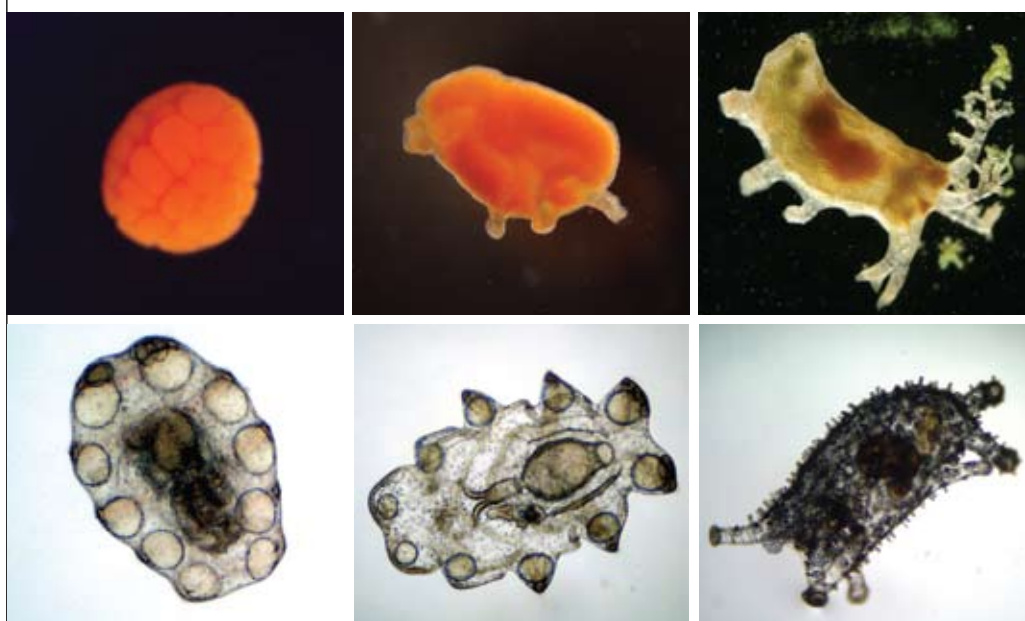
FOTO: A. DESURMONT

varias semanas en la columna de agua antes de transformarse en el último estadio larval y se asienta en varios tipos de sustrato, dependiendo de la especie (p. ej. rocas, corales muertos, algas, pastos marinos o sedimentos).

La ecología de la larva de los pepinos de mar no está bien conocida (Conand, 2006a), pero es posible que su movimiento en la columna de agua, particularmente de manera vertical, propicie su dispersión a nuevos sitios. Los estudios genéticos indican que la dispersión de larvas a gran escala se da en algunas especies (Uthicke y Benzie, 2000). Pero la evidencia sugiere que la dispersión es relativamente restringida para algunas especies, lo que resulta en una diferenciación genética en poblaciones a corta

FIGURA 2

Desarrollo embrionario y larval de los pepinos de mar. Fotos superiores: el pepino de mar dendrochirotido *Cucumaria frondosa*. Superior izquierda: etapa de blástula, 0,9 mm, apenas 40 h luego de la fertilización. Superior centro: estado larval de pentácula, 1,3 mm de largo, 4-5 semanas luego de la fertilización. Superior derecha: un juvenil, 2,5 mm de largo, de 3 meses de edad. Fotos inferiores: el pepino de mar aspidochirotido *Isostichopus fuscus*. Inferior izquierda: etapa larval de doliolaria, aprox. 0,6 mm de largo. Inferior centro: vista ventral de una larva en estado de auricularia totalmente desarrollada, aprox. 1 mm de largo. Inferior derecha: juvenil recién asentado, 1,5 mm de largo



FOTOS: J.-F. HAMEL Y A. MERCIER

distancia (Uthicke y Benzie, 2000; Uthicke y Purcell, 2004). Por ende, es más probable que algunas especies provean larvas para renovar poblaciones en hábitats distantes mientras que otras especies parecen auto reclutar y proveer de larvas a sitios cercanos. Por razones que todavía no están claras, aún las poblaciones de especies con larvas que se dispersan ampliamente pueden tomar su tiempo en recuperarse de tasas moderadas a altas de explotación (Uthicke, 2004; Uthicke, Welch y Benzie, 2004). En el caso de *Holothuria whitmaei*, una tasa de pesca de tan solo el 5 por ciento de la biomasa virgen por año llevó al agotamiento de la población reproductiva (Uthicke, 2004). Evidencia de otras poblaciones que no se han recuperado luego de una presión pesquera fuerte también hace hincapié en el hecho que los pepinos de mar son susceptibles a la “extirpación” (extinción local de las poblaciones) y las medidas de manejo deben disminuir la pesquería a tasas conservadoras.

El crecimiento en los pepinos de mar ha sido difícil de evaluar (Conand, 1990) por cuanto éstos no han respondido bien con los métodos convencionales de marcaje (Purcell, Blockmans y Nash, 2006). Sin embargo, existen algunas tasas de crecimiento en estado silvestre de estudios hechos con progresiones modales, marcaje genético y la liberación y monitoreo de juveniles. Algunas especies, tal como *Holothuria scabra* tienen crecimiento relativamente rápido cuando son jóvenes (Purcell y Kirby, 2006), alcanzando el tamaño de reproducción (~180 g) en aproximadamente un año, pero les toma otro par de años para alcanzar un tamaño de mercado aceptable (Purcell y Simutoga, 2008). De igual forma, Shelley (1985) estimó el crecimiento en 14 g mes⁻¹ de *H. scabra* y de 19-27 g mes⁻¹ para *Actinopyga echinites*. Uthicke (1994) encontró un incremento modesto de peso en *Stichopus chloronotus* de 70-80 g mes⁻¹, y Franklin (1980) mostró que su crecimiento disminuye a medida que el animal se hace más grande. El crecimiento en otras especies como *H. whitmaei* parece ser lento, entre 80-170 g año⁻¹, y los animales grandes pueden encogerse en algunas épocas (Uthicke y Benzie, 2002; Uthicke, Welch y Benzie, 2004). Un estudio de *A. echinites* en el sur de Japón (Wiedemeyer, 1992) también encontró un bajo incremento de peso en juveniles pequeños. Ante eso, a algunas especies les puede tomar algunos años el llegar a tamaños comerciales. Por ejemplo, se estimó que la especie de aguas templadas *Cucumaria frondosa* del Atlántico Norte alcanza su tamaño comercial luego de 10 años (Hamel y Mercier, 1996).

La longevidad ha sido estimada entre 10-15 años para *A. mauritiana*, *A. echinites* y *Thelenota ananas*, pero solo en cinco años para *Stichopus chloronotus* (Conand, 1989). Los resultados de Uthicke *et al.* (2004) sugiere que *H. whitmaei* tienen larga vida, posiblemente por algunas décadas. Ante esto, estudios de campo sugieren que la rotación de muchas poblaciones es relativamente lenta y que tal vez no soportan altas tasas de pesca o se prestan para la pesca rotacional en que se requieren animales con crecimiento rápido después de pulsos de cosecha.

Los pepinos de mar son más bien lentos, en función de su capacidad de desplazamiento y pueden ser considerados “sedentarios”. Se ha reportado cierta migración desde los hábitats de establecimiento a hábitats de adulto para algunas especies (Reichenbach, 1999; Hamel y Mercier, 1996; Hamel *et al.*, 2001). El desplazamiento limitado a largo plazo de los pepinos de mar, en comparación con los de especies de alta movilidad como los peces, da ventaja del uso de las reservas marinas y zonas de no extracción para proteger a las poblaciones reproductoras como fuentes de huevos para las zonas de pesca. Las reservas marinas pueden ser relativamente pequeñas pero en red para las especies que no migran dentro y fuera de éstas fácilmente (Sale *et al.*, 2005). Trabajos que han usado la técnica del marcaje de ADN muestra que solo unos pocos *Holothuria whitmaei* migraron 90 m entre los sitios de estudio en un año (Uthicke, Welch y Benzie, 2004). Estudios de campo de *H. scabra* de varios tamaños y subsiguiente modelaje sugiere que esta especie permanecerá dentro de unos pocos cientos de metros de su área de asentamiento en un período de 10 años (Purcell y Kirby, 2006). Estos estudios



sugieren que las reservas marinas no deben ser muy grandes para proteger la población reproductiva de los pepinos de mar por largo tiempo. Simplemente para pepinos de mar y otros invertebrados sésiles o sedentarios, áreas de no extracción de 50-300 hectáreas (0,5-3 km²) podrían ser suficientes.

La mayoría de los pepinos de mar comerciales se alimentan de detritus, bacteria y diatomeas mezcladas con los sedimentos del fondo marino (Conand, 2006a) (Figura 3). Esas especies en superficies arrecifales duras “limpian” la materia orgánica particulada que cubre rocas y vegetación béntica (Figura 3). Solo unas pocas especies comerciales se alimentan de partículas en suspensión (Hamel y Mercier, 2008a). Los holoturios son, por ende, un grupo bajo en la red trófica y ayudan a reciclar los detritos. Algunas especies se entierran en el sedimento y se cree que ayudan a oxigenar las capas superficiales de los sedimentos y juegan un rol en la bioturbación (Purcell, 2004a).

Los pepinos de mar son depredados por una gran variedad de predadores (Francour, 1997). Particularmente por predadores invertebrados como estrellas de mar, cangrejos y algunos gasterópodos son generalmente los culpables de su mortalidad. Un estudio a corto plazo en *Holothuria scabra* mostró que los juveniles son susceptibles a ser depredados por varios tipos de peces (Dance, Lane y Bell, 2003). Sin embargo, algunas especies desarrollan mecanismos pasivos o activos de defensa (p. ej. *Holothuria atra*, *Holothuria leucospilota*, *Cucumaria frondosa*) que son mecanismos eficientes contra la predación.

2.2 EL MERCADO DE BECHE-DE-MER

Los pepinos de mar han sido consumidos por los chinos y otros asiáticos por siglos debido a sus propiedades curativas y alimenticias (Conand, 1990, 2006a, 2006b). Fueron registrados como un alimento tónico ya en la dinastía Ming (1368-1644 AD) (Chen, 2004). Los chinos usan la comida como remedio contra malestares y enfermedades, antes que las medicinas en polvo o químicas. Muchos asiáticos creen que los pepinos de mar pueden ayudar a reducir el dolor en las articulaciones y la artritis, ayudan a corregir la función intestinal y urinaria, refuerzan el sistema inmunológico y puede tratar ciertos tipos de cáncer (Chen, 2004). En menor grado, los pepinos de mar pueden ser consumidos como afrodisíaco. Son ricos en proteínas y contienen mucopolisacáridos y sulfato de condroitina, conocidos por la medicina occidental como tratamientos para la artritis y los dolores de las articulaciones. Esta correspondencia con la medicina occidental da crédito al uso de los pepinos de mar en la medicina tradicional asiática.

En el pasado, los pepinos de mar eran comidos por asiáticos lo suficientemente adinerados como para poder pagar por ellos como tratamientos medicinales, o servidos



como manjar durante los periodos festivos tales como el Año Nuevo Chino. Más recientemente, los chinos y otros asiáticos han empezado a comer pepinos de mar más regularmente, debido al incremento de la riqueza y del dinero destinado para comidas lujosas (Figura 4). Este incremento en la demanda es la causa principal de los precios inflados de los pepinos de mar a nivel global y lo que impulsa el incremento de la explotación de las poblaciones.

El principal mercado de importación está en China, Hong Kong Región Administrativa Especial (RAE), Singapur y Taiwán Provincia de China. Recientemente, los Emiratos Árabes Unidos (EAU) también se han vuelto importantes. Todos estos mercados son también centros de re-exportación importantes (Conand, 2004, 2006b, 2008). China, Hong Kong RAE son los principales mercados mundiales. Si bien China es el principal país consumidor, los pepinos de mar son también apreciados en los países del sureste de Asia y por asiáticos que viven en el extranjero (Ferdhouse, 2004).

Los animales vivos o frescos son llamados pepinos de mar u holoturios, pero éstos son generalmente eviscerados, hervidos y secados antes de ser exportados a los mercados asiáticos. A la pared corporal seca se llama “*beche-de-mer*”, que significa “pala del mar”, o “*tre pang*” o “*haishen*”. Una vez que es comprado, el *beche-de-mer* es reconstituido con un hervido lento e ingerido en platos con salsas o en sopa. Los pepinos de mar son también usados en Malasia en una gran variedad de productos que incluyen gelatinas orales, cremas corporales, shampoo y pastas de dientes (Choo, 2008a). Por cuanto los pepinos de mar son un alimento de lujo y uno que aparentemente tiene propiedades curativas, es poco probable que el mercado global disminuya con el tiempo, particularmente si la afluencia de los consumidores en China sigue incrementándose.

El precio del *beche-de-mer* varía grandemente entre las especies y también entre la misma especie, dependiendo del tamaño del animal y el cuidado con el que fue procesado. Los animales más grandes generalmente alcanzan un mejor precio por kilogramo que los animales pequeños. El pepino de mar de Japón (*Apostichopus japonicus*), puede alcanzar más de USD300 kg⁻¹ (seco) en mercados al por menor, si los animales están en un estado perfecto y presentable (Figura 5). Algunas especies tropicales, particularmente *Holothuria scabra* y *Holothuria lessona* (Massin *et al.*, 2009) pueden lograr precios similares por especímenes grandes y bien procesados. Sin embargo, algunas especies con bajo valor comercial o animales mal procesados se pueden vender a una fracción de este precio.

FIGURA 5

Izquierda: el pepino de mar de Japón *Apostichopus japonicus* de venta en recipientes transparentes y cajas de regalo en un mercado en Dalian, China. Derecha: etiqueta del precio en un recipiente de *A. japonicus* de alta calidad; equivalente a USD460 por kg



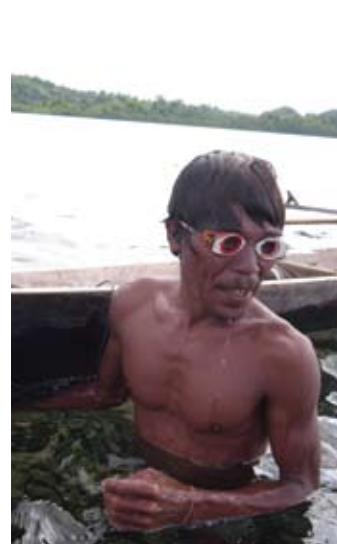
FOTOS: S.W. PURCELL

2.3 TIPOS DE PESQUERÍA

Las pesquerías de pepino de mar son diversas en términos de los atributos ecológicos de las especies, los modos de explotación, la historia de pesca, la estructura socio-económica y la capacidad para manejo y aplicación de la ley (Torral-Granda, Lovatelli y Vasconcellos, 2008). Son generalmente pesquerías de pequeña escala por la forma en que se colectan los animales, principalmente por pescadores que colectan los pepinos de mar vadeando en las costas o con pesca libre en aguas someras (Choo, 2008a; Conand, 2008; Kinch *et al.*, 2008a) (Figura 6). En países desarrollados, las pesquerías de pepino de mar son generalmente industrializadas, con compañías pesqueras con grandes botes que son operados por equipos de pescadores, algunas veces con equipo sofisticado (Bruckner, 2006a; Hamel y Mercier, 2008a) (Figura 7; Sección 5.2). El incremento de la flota pesquera ha sido un tema más común en las pesquerías pequeñas de beche-de-mer por cuanto ésta se ha vuelto más lucrativa (Torral-Granda, 2008b; Kinch *et al.*, 2008a).

FIGURA 6

Pescador artesanal de pequeña escala en Mindanao, Filipinas. Mujeres (izquierda) y hombres (centro) pescan desde canoas pequeñas y recogen pepinos de mar en aguas someras usando sólo una máscara y aletas. Un pescador de pepino de mar en la Bahía de Tomini, Sulawesi, Indonesia (derecha) usando lentes de nadar simples, hechos domésticamente



FOTOS: R. GAMBOA (IZQUIERDA Y DERECHA)

FOTO: J. AKAMINE

FIGURA 7

Pesquería industrializada de *Cucumaria frondosa* en el este de Canadá. Los pepinos de mar son colectados usando una red de "arrastre" (ver Ejemplos y Lecciones Aprendidas en la Sección 5.2) para después ser soltados en una bandeja de clasificación en el bote pesquero dónde los pepinos de mar de talla ilegal y la pesca incidental, como erizos de mar y estrellas de mar, son retirados y devueltos al mar



FOTOS: L. BARRETT

Los problemas que confrontan las pesquerías a pequeña escala y la pesquería industrial son diferentes. Las pesquerías a pequeña escala, a menudo comprenden un gran número de pescadores con bajo ingreso económico (ver Kinch *et al.*, 2008a,b; Choo, 2008a,b), quienes colectan los pepinos de mar de manera tradicional o como último recurso en tiempos de infortunio. En ambos casos, los pescadores muestran renuencia o inhabilidad de dejar de pescar, aún cuando las poblaciones de pepinos de mar se han agotado. Estos pescadores generalmente carecen de educación formal y viven en áreas remotas así que son poco conocidos por las agencias de manejo, lo que hace que el trabajo de implementar prácticas de pesca sostenible sea muy difícil (ver Conand y Muthiga, 2007; Rasolofonirina, 2007; Kinch *et al.*, 2008a,b; Choo, 2008b). Por otro lado los pescadores industriales son generalmente más capaces de cambiar a otros recursos y pueden ser contactados fácilmente por las agencias de manejo. Pero su gran inversión de capital en botes y equipo de pesca significa que deben continuar con una alta tasa de explotación para así cubrir los préstamos financieros y los costos operativos.

La mayoría de las pesquerías de pepinos de mar en el mundo son multi específicas (Toral-Granda, Lovatelli y Vasconcellos, 2008). Hay más de 60 especies que son explotadas comercialmente a nivel mundial (Toral-Granda, Lovatelli y Vasconcellos, 2008; Anexo 10.1). Las pesquerías en los trópicos tienden a tener más especies (Figura 8).

FIGURA 8

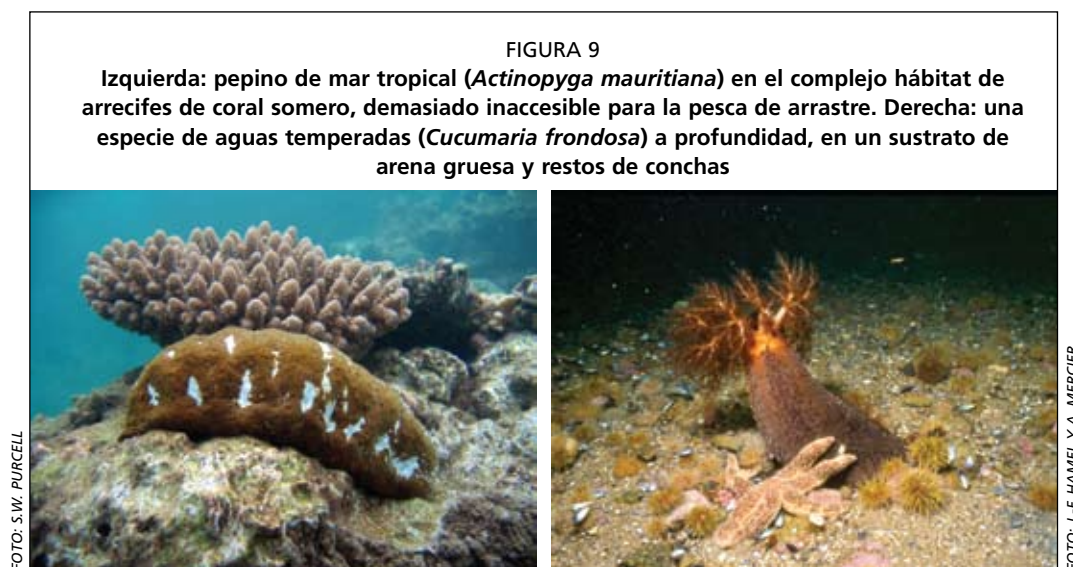
Izquierda: una captura mezclada de pepinos de mar en un barco pesquero en Seychelles. Derecha: por lo menos seis especies de pepinos de mar secos con un recibo de venta en Mindanao, Filipinas



FOTO: R. AUMEERUDDY



FOTO: R. GAMBOA



Esto es particularmente cierto para las pesquerías en el Pacífico Occidental, Asia sureste y el Océano Índico, donde entre 20-30 especies pueden ser pescadas y exportadas por un solo país (Choo, 2008a; Conand, 2008; Kinch *et al.*, 2008a). En contraste, las pesquerías en zonas templadas son más o menos mono específicas (Conand, 2004, 2006a; Bruckner, 2006c; Hamel y Mercier, 2008a,b).

Los hábitats donde se pescan pepinos de mar también varían ampliamente entre las pesquerías. Las especies comerciales en los trópicos son generalmente pescadas en arrecifes de coral someros (Figura 9), lagunas tropicales y camas de pastos marinos de bajura. Las especies de aguas templadas pueden ser encontradas en sustratos rocosos o sedimentos suaves, generalmente en aguas profundas (Figura 9). Algunas especies parecen preferir hábitats arrecifales complejos (p. ej. *Actinopyga lecanora*; *Stichopus chloronotus*) o zonas expuestas a las olas (p. ej. *Actinopyga mauritiana*), lo que los hace accesibles sólo a quienes hacen buceo libre. En contraste, las especies de aguas templadas pueden habitar en aguas mayores a 50 m (p. ej. *Cucumaria frondosa*; Hamel y Mercier, 2008a,b) y son en su mayoría colectadas usando redes de “arrastre” (Figura 7).

La capacidad técnica y los recursos humanos de las agencias pesqueras también varían entre las pesquerías de pepino de mar. Los países desarrollados, tales como Canadá, los Estados Unidos de América y Australia, tienen relativamente mayor capacidad para llevar a cabo monitoreos y análisis de datos pesqueros y biológicos, y en el desarrollo y aplicación de regulaciones de manejo pesquero. Las medidas de manejo, por ende, tienden a ser más sofisticadas. En países en desarrollo, las limitaciones de capacidades restringen la habilidad de desarrollar o implementar efectivamente medidas complejas de manejo (p. ej. esquemas de manejo de cuotas individuales transferibles) o en conducir monitoreos poblacionales rigurosos. Los países en Asia generalmente carecen de medidas de manejo y los dos principales exportadores de pepinos de mar, Indonesia y Filipinas, no cuentan con sistemas de manejo generalizados para sus pesquerías de pepinos de mar (Choo, 2008a).

El nivel de derechos de acceso a las zonas de pesca o a recursos específicos es otro factor que varía entre las pesquerías. Por ejemplo, las pesquerías de pepino de mar en el oeste de Canadá y la Gran Barrera Coralina en Australia están divididas en zonas de pesca delimitadas entregadas a compañías específicas con licencias de pesca (Hamel y Mercier, 2008b; Kinch *et al.*, 2008a). Los pescadores pueden dejar pepinos adultos en la zona de pesca sabiendo que ellos tienen el único derecho de pesca en las siguientes temporadas. En contraste, las pesquerías de acceso abierto, como las de Filipinas y Madagascar están plagadas por la “tragedia de los comunes” (Hardin, 1968) donde

los pescadores colectan pepinos adultos pequeños o juveniles por cuánto éstos serán colectados por su vecino si se los deja sin pescar (Choo, 2008b; Conand, 2008).

La gran variedad de pesquerías de pepino de mar hace imposible el recetar una estrategia de manejo de “una sola talla”. No obstante, hay algunas medidas reguladoras que pueden ser apropiadas para la mayoría de pesquerías y algunas acciones que todos los manejadores pesqueros deben llevar a cabo para implementar el manejo (Sección 4). Antes de empezar a evaluar los méritos de herramientas potenciales de manejo, los manejadores deben fijar primero objetivos de manejo, alineados con los principios precautorios y el acercamiento holístico al manejo, y que diagnostique a la pesquería sobre la base de sus atributo ecológicos y sociales (Secciones 3.4 a 3.6).

2.4 ESTADO GLOBAL

Los pepinos de mar son pescados a nivel mundial, particularmente en las regiones tropicales (Conand y Byrne, 1994; Conand, 2006b; Toral-Granda, Lovatelli y Vasconcellos, 2008). Existen pesquerías en las aguas cálidas de África del Este hasta América Central y del Sur, y en las aguas templadas del Mediterráneo y en el Pacífico Norte y Atlántico Norte. La mayoría de las pesquerías han existido por siglos, especialmente aquellas en Asia (Choo, 2008). Las regiones predominantemente exportadoras de beche-de-mer son las del Pacífico Central Occidental y Asia. Algunas pesquerías son relativamente nuevas o están en proceso de desarrollo, tales como las de América Latina (Toral-Granda, 2008a), América del Norte y Europa (Hamel y Mercier, 2008a).

El volumen total global de capturas es difícil de estimar por muchas razones: no todos los países declaran los pepinos de mar de manera separada en las estadísticas de comercio de invertebrados marinos; algunos países importan y re-exportan; y algunos animales son exportados salados o congelados, lo que representa cerca de la mitad del peso original del animal, mientras que la mayoría exportan pepino de mar seco, lo que representa aproximadamente 5–10 por ciento del peso vivo del animal (Ferdhouse, 2004; Conand, 2006b). Incluyendo la captura de pepinos de mar en los países donde son comidos, la captura global total de pepinos de mar está cerca de 100 000 toneladas de animales vivos por año (considerando que algunas estadísticas de comercio no están animales secos; c.f. Vannuccini, 2004). Al inicio del nuevo milenio, cerca de 6 000 toneladas de animales procesados (p. ej. principalmente secos) fueron exportados a los mercados asiáticos, con un valor de más de USD130 millones (Vannuccini, 2004).

Los países en Asia sureste y en el Pacífico son tradicionalmente la principal fuente de pepinos de mar silvestres (Conand, 1990; Ferdhouse, 2004). Hace una década, los principales exportadores eran Indonesia, Filipinas, Papua Nueva Guinea, Japón, República de Corea, los Estados Unidos de América, las Islas Salomón, las islas Fiji, Madagascar, Australia y Nueva Caledonia. Sin embargo, esto parece haber cambiado radicalmente en los últimos años por cuando algunas pesquerías han sido agotadas y otras se han desarrollado o se están expandiendo (Toral-Granda, Lovatelli y Vasconcellos, 2008).

Revisiones recientes de las pesquerías de pepinos de mar alrededor del mundo sugieren que muchas están sobre explotadas, algunas están agotadas y pocas son pesquerías nacientes con poblaciones relativamente saludables (Toral-Granda, Lovatelli y Vasconcellos, 2008). En el Océano Índico más de la mitad de las pesquerías de pepinos de mar están consideradas como sobreexplotadas (Conand, 2008). La pesca excesiva ha causado la extinción local de las poblaciones reproductoras de algunas especies y el colapso de otras poblaciones en Egipto (Hasan, 2005) y las poblaciones agotadas han dado lugar a una moratoria completa a la pesca en India (Conand, 2008). Se ha puesto una moratoria en la pesca en Tanzania continental y en Mayotte (Francia).

En mucho de Asia, las pesquerías han sido sobreexplotadas y las poblaciones de especies de alto valor comercial como *Holothuria fuscogilva*, *H. whitmaei*, *H. scabra* y

Thelenota ananas han sido agotadas (Choo, 2008a). Los monitoreos de campo indican que algunas de las especies de alto valor comercial han sido pescadas hasta la extinción reproductiva en algunas regiones de Indonesia, Viet Nam y Filipinas (Choo, 2008a,b). Los manejadores pesqueros en países de Asia confrontan retos difíciles para lidiar con el número de pescadores, su pobreza y su dependencia en los recursos acuáticos, y la limitada capacidad técnica y pocos recursos humanos para la implementación de un manejo sostenible.

En el Pacífico Central Occidental, la gran mayoría de países han exportado pepinos de mar en los últimos años. Las capturas han disminuido a niveles insignificantes en la mayoría de países de la Polinesia (Kinch *et al.*, 2008a). Si bien Papua Nueva Guinea estuvo exportando recientemente cientos de toneladas de beche-de-mer cada año, la captura se desplazó a especies de bajo valor comercial en los últimos años y hay pruebas convincentes de monitoreos de campo que las poblaciones de las especies de alto valor comercial han sido pescadas hasta la extinción local en algunas zonas (Kinch *et al.*, 2008b). La sobrepesca ha estimulado el cierre reciente de las pesquerías nacionales en Vanuatu e Islas Salomón, las cuales solían exportar grandes volúmenes en las dos últimas décadas (Kinch *et al.*, 2008a). En el 2009, el agotamiento de las poblaciones reproductoras dio lugar a una moratoria nacional para cerrar toda la pesquería de pepino de mar en Papua Nueva Guinea, un país tradicionalmente entre los tres primeros países exportadores de beche-de-mer. Seis pesquerías operan en Australia, pero varias especies valiosas están actualmente cerradas a la pesca debido a la sobreexplotación, aun incluso dentro del Patrimonio Mundial del Parque Marino de la Gran Barrera Coralina.

Las pesquerías en América Latina y el Caribe empezaron en las últimas dos décadas y han sido en su mayoría insostenibles (Toral-Granda, 2008a). Una excepción es la lucrativa pesquería de pepinos de mar en Cuba, donde todavía permanece sostenible. Luego de algunos años de alta presión pesquera, se puso una moratoria en las pesquerías de Costa Rica, Ecuador continental, Panamá y Venezuela. En México, las poblaciones del valioso *Isostichopus fuscus* fueron pescados a cerca del 2 por ciento de la biomasa pre-pesquería (Toral-Granda, 2008a). En las islas Galápagos, Patrimonio Mundial de la Humanidad, *I. fuscus* ha sido sobreexplotado y la pesquería ha sido el centro de demostraciones agresivas por parte de los pescadores por la implementación de regulaciones de manejo más estrictas (Toral-Granda, 2008b).

Las pesquerías de pepinos de mar en aguas templadas del hemisferio norte son comúnmente basadas en una de las seis especies claves (Hamel y Mercier, 2008a). Existen pesquerías en aguas templadas en Estados Unidos de América, Canadá, Islandia, la Federación Rusa, Japón y recientemente en partes de Escandinavia. Las pesquerías por especies dentro del género *Parastichopus* involucran buzos y han estado activas por cerca de 40 años. Las pesquerías por especies dentro del género *Cucumaria* usan redes de “arrastre” desde barcos y son recientes o están en una fase exploratoria (Hamel y Mercier, 2008a). La tasa de explotación están incrementando pero los manejadores pesqueros están utilizando, la mayoría de veces, medidas conservadoras. Algunas poblaciones están de buen tamaño, como las de *Cucumaria frondosa* en Canadá oriental, y un nuevo método de procesamiento ha permitido el uso de los órganos y las bandas musculares así como la pared corporal del animal, para compensar su bajo valor comercial como beche-de-mer (Hamel y Mercier, 2008b).

De interés particular, la acuicultura en China por *A. japonicus* ha florecido en los últimos 15 años (Chen, 2004). La producción en masa de esta especie a través de la acuicultura de juveniles en criaderos y piscinas de crecimiento para adultos y en arrecifes artificiales, actualmente rivaliza con el volumen total de capturas silvestres (Figura 10). Sorprendentemente, esto no parece haber disminuido los precios de las especies tropicales capturadas en estado silvestre.

FIGURA 10

Izquierda: un pescador comercial listo para colectar pepinos de mar de arrecifes artificiales en frente de un criadero de *A. japonicus* en Dalian, China. Derecha: *A. japonicus* colectado por el pescador de un arrecife artificial previamente sembrado con juveniles cultivados



FOTO: J. AKAMINE



FOTO: S. W. PURCELL

