

Recomendaciones de política: agregaciones reproductivas de peces



Foto: Cristina Limonta

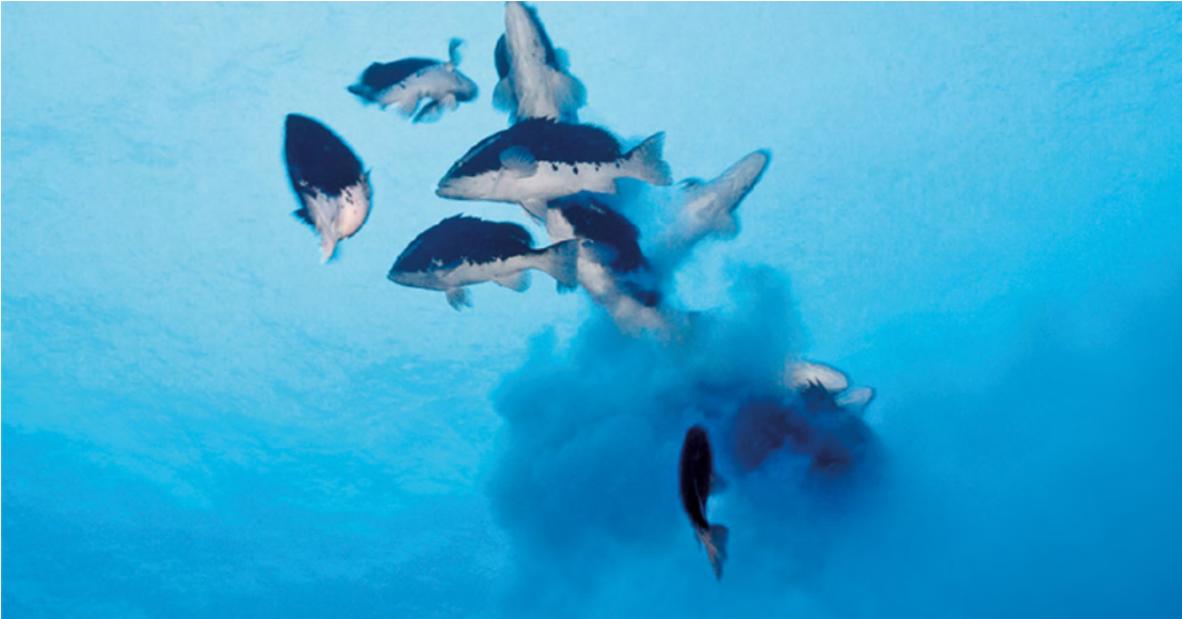
Este documento actualiza el informe Recomendaciones de política: agregaciones reproductivas de peces elaborado por González-Bernat, M.J., S. Fulton, A.S. Martínez y M.J. González en 2020, como parte del Proyecto MAR Fish financiado por MAR FUND (24 páginas).

AUTORES DE LA ACTUALIZACIÓN:
Stuart Fulton¹ y Omar Rivera²

Este documento fue elaborado gracias al apoyo del Fondo Francés para el Medio Ambiente Mundial (FFEM).

¹Omar Rivera (orivera@cobi.org.mx) Comunidad y Biodiversidad AC. Guaymas, Sonora, México.

²Stuart Fulton (sfulton@cobi.org.mx) Comunidad y Biodiversidad AC. Guaymas, Sonora, México.



Resumen ejecutivo

El Sistema Arrecifal Mesoamericano (SAM) encuentra en las Agregaciones Reproductivas de Peces (ARP) uno de sus elementos ecológicos más cruciales. Estas agregaciones, además de fungir como indicadores biológicos de la salud ecosistémica, representan nodos vitales en los ciclos reproductivos de diversas especies marinas. Los peces comerciales más representativos que participan en estas congregaciones son los meros (*Epinephelidae*) y pargos (*Lutjanidae*), cuyas poblaciones sustentan importantes pesquerías regionales.

La importancia de las ARP radica en su papel multifuncional dentro del ecosistema: actúan como centros de reproducción masiva, sostienen complejas cadenas alimenticias y concentran una notable diversidad biológica. En estos sitios se desarrolla una intrincada red de interacciones que incluye desde los peces que se congregan para desovar hasta los depredadores que aprovechan esta concentración de presas, creando verdaderos puntos críticos de actividad biológica.

La conservación del mero y el pargo enfrenta un desafío significativo debido a su comportamiento migratorio. Estas especies, que pueden recorrer más de 100 kilómetros para reproducirse, sufren múltiples amenazas: pesca fuera de temporada, captura durante sus migraciones reproductivas y explotación en zonas de desove. De los 24 sitios de reproducción identificados en el SAM, la situación es preocupante: solo cuatro muestran señales de recuperación, mientras que siete están en declive, tres se mantienen estables y diez carecen de seguimiento adecuado.

Para proteger las ARP, se propone implementar un sistema integral que comienza con el establecimiento de zonas donde la pesca está prohibida, conocidas como zonas de recuperación pesquera o reservas marinas. Este sistema debe complementarse con acciones coordinadas que incluyen: mejorar la vigilancia, establecer regulaciones uniformes sobre tamaños mínimos de captura y coordinar las temporadas de veda, todo fundamentado en investigación científica rigurosa.

1 Introducción

Las Agregaciones Reproductivas de Peces (ARP) se definen como concentraciones de peces conespecíficos que se congregan repetidamente de manera predecible con el propósito de reproducirse [1]. Los individuos se pueden trasladar vastas distancias para reproducirse en agregaciones inmensas que ocurren en momentos y sitios específicos. [2]. Estos sitios son vitales para garantizar que las poblaciones de peces persistan y son comunes a diversos grupos de peces marinos [3]. Las ARP se encuentran en aguas costeras tropicales y templadas y son importantes para mantener los procesos ecológicos y la seguridad alimentaria [1, 3].

La predictibilidad de las ARP en tiempo y espacio, y las grandes cantidades de peces que las conforman, las convierten en sitios importantes para la pesca, ya que las pesquerías se capitalizan con la naturaleza predecible de las agregaciones para recolectar abundantes peces con el mínimo esfuerzo [2, 4]. Desafortunadamente, estas mismas características las hacen sensibles a la sobrepesca, y muchas agregaciones han disminuido o colapsado debido a la sobrepesca. Actualmente, muchas especies de peces corren el riesgo de extinguirse [2, 4]. Se ha documentado que la creciente presión pesquera en las ARP causa una disminución rápida de las poblaciones, la extirpación localizada, el colapso de pesquerías, los desbalances de ecosistemas y la pérdida de la integridad estructural y funcional de los ecosistemas marinos [4, 5].

La protección de las agregaciones reproductivas de peces emerge como un elemento crucial para la sostenibilidad del Sistema Arrecifal Mesoamericano, vinculando directamente la conservación de la biodiversidad con el bienestar de las comunidades costeras. El éxito de esta protección depende de una comprensión profunda de las dinámicas ecológicas, respaldada por marcos legales sólidos y cooperación regional. La gestión efectiva de estos recursos compartidos requiere trascender las fronteras nacionales mediante políticas coordinadas y fundamentadas científicamente. Este documento brinda información detallada sobre las ARP en la región del Sistema Arrecifal Mesoamericano, y resalta las justificaciones legales y científicas de importancia para su protección.



© Alfredo Barroso, Sian Ka'an, Quintana Roo, Mexico.

¿Qué especies se agregan y cómo son los sitios de ARP?

Las ARP se conforman de peces que son migrantes transitorios o residentes locales [1, 4]. Los peces transitorios reproductores pueden viajar grandes distancias (>100 km) para desovar en agregaciones que duran solo unos pocos días o semanas. Estas agregaciones se forman en momentos específicos, con frecuencia durante fases lunares o mareas. Las especies que forman agregaciones transitorias tienen rasgos “lentos” en su historia de vida, tales como un crecimiento lento, gran tamaño, longevidad y madurez tardía. El mero del Caribe (*Epinephelus striatus*) es un ejemplo emblemático del Caribe y actualmente la UICN lo tiene catalogado como En Peligro Crítico de Extinción, debido principalmente por la pesca en las ARP [6].

Los peces reproductores residentes se reproducen frecuentemente dentro de su rango de actividad y consiste en peces que se trasladan en distancias cortas (metros o kilómetros). Estas ARP a menudo se sincronizan en momentos específicos y puede ocurrir a diario. Unos ejemplos comunes incluyen pequeños herbívoros como los lábridos, el pez loro (Scaridae), el pez cirujano (Acanthuridae) y algunos jureles (Carangidae). Un ejemplo es el lábrido *Thalassoma bifasciatum* que desova diariamente, todos los años, en los mismos lugares, cuya fidelidad a los sitios puede durar por hasta cuatro generaciones [1].

Los sitios de las ARP pueden ser multiespecíficos, con varias especies en desove al mismo tiempo, durante diferentes épocas del año. Los sitios también pueden servir como puntos críticos de productividad, ya que estas pequeñas áreas atraen grandes cantidades de peces para reproducirse, depredadores ápice para alimentarse de peces en desove y los que se alimentan de plancton para darse un banquete con los paquetes de gametos ricos en proteína [7]. Las ARP tienen una alta biodiversidad, productividad y potencial reproductivo, y mantienen cadenas alimenticias complejas [8].

En el gran Caribe, la geomorfología de ARP multiespecíficas es sorprendentemente similar [9]. Según el estudio que llevaron a cabo Kobara y Heyman [10], por ejemplo, en Belice, todos los sitios de ARP se encuentran a lo largo de los bordes de las placas continentales, con estructuras arrecifales convexas que sobresalen hacia caídas abruptas en aguas profundas. Si se comprende mejor la geomorfología de las ARP, podría brindar un mecanismo independiente de las pesquerías para localizar sitios de ARP potenciales en otros lugares [4]. La predicción de la ubicación de estos sitios de ARP (independientemente si hay pesca en ellos) puede ayudar a priorizar la protección y contribuir al diseño efectivo de las Áreas Marinas Protegidas (AMP) para el manejo y la conservación de las ARP.



3 ¿Qué se puede hacer para protegerlas?

Históricamente, la pesca afectaba poco a las ARP por las limitadas capacidades técnicas y el escaso sector pesquero que las explotaban. Hoy en día, las agregaciones son vistas como oportunidades de pesca fortuitas en ciertas épocas o para eventos culturales especiales [3].

El informe más reciente y completo sobre las condiciones globales de las ARP marinas reveló que el 52% de las agregaciones documentadas no han sido evaluadas, menos del 35% de las ARP conocidas están protegidas por algún tipo de manejo y solo alrededor del 25% está siendo monitoreado de alguna manera [4]. Entre aquellas ARP que han sido evaluadas, el 53% van en disminución y 15% ya han desaparecido por completo [4]. Estos resultados resaltan la necesidad de intervención e iniciativas efectivas de manejo para mantener las poblaciones con importancia ecológica de (normalmente) grandes peces depredadores, como el mero y el pargo y otras especies arrecifales importantes [4]. Los esfuerzos para comprender el reclutamiento de estas especies generalmente se centran en la conservación y recuperación tras el colapso, sin embargo, se han observado que las grandes agregaciones de desove (mero del Caribe) restantes son autosuficientes y tienen el potencial de exportar larvas a sitios de la región circundante donde solo existen poblaciones remanentes [36].

En general, las ARP deberían estar protegidas de la explotación mediante el manejo nacional y regional de pesquerías y la planificación de su conservación; los marcos de monitoreo deberían ser implementados, y la información biológica, socioeconómica, pesquera y comercial clave debería ser recolectada para desarrollar protocolos de manejo y conservación. Las estrategias basadas en las comunidades deberían ser aplicadas para involucrar a la comunidad pesquera en el manejo y la ciencia.

3.1 Medidas de protección disponibles.

Las opciones de manejo y conservación para los sitios de ARP varían de país a país, debido a las diferencias en la legislación pesquera y las opciones disponibles para los gestores. Algunas de las herramientas de manejo que se usan con mayor frecuencia incluyen las siguientes [4]:

- Protecciones específicas para cada especie, incluyendo la venta, exportación o restricciones de posesión (por temporada o todo el año).
- Límites de talla mínima para asegurar el crecimiento de los peces, y límites de talla máxima para proteger hembras grandes y fértiles y a machos grandes.
- Protección temporal y espacial, incluidas las reservas para desove y las vedas.
- Restricciones en la capacidad de carga de una pesquería, a través de límites en la cantidad de licencias o permisos otorgados, cuotas de captura, restricciones de tallas y artes de pesca.
- Vedas completas para una especie y protección para especies que han sido afectadas por sobrepesca.
- Pesquerías manejadas por comunidades que incluyen las Áreas Marinas Manejadas Localmente (LMMA, por sus siglas en inglés).

Un manejo más apropiado para cualquier ARP o especie en particular debe hacerse caso por caso, y dependerá de factores sociales y económicos locales, así como del comportamiento reproductor, la biología, la presión de pesca prevalente y el estado de conservación de la especie objetivo.

En la región SAM, la creación de las zonas de recuperación pesquera (también conocida como zonas de no pesca o reservas marinas) en las ARP y las vedas temporales han sido las herramientas preferidas, particularmente porque ambas permiten que los medios de control limitados se concentren en tiempos y sitios específicos.

3.2 Legislación internacional y recomendaciones sobre la protección de las ARP.

La necesidad de mejorar el manejo y conservación de las ARP es parte de una agenda internacional que reconoce su importancia. Por ejemplo, los sitios de ARPs son candidatos principales para designarlos como áreas de importancia ecológica y biológica (EBSA, por sus siglas en inglés) en el marco de la Convención de Diversidad Biológica (CDB). Otras incluyen a la Organización de las Naciones Unidas de la Alimentación y Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés), cuyo Código de Conducta para la Pesca Responsable claramente especifica en el artículo 7.5.1 que *“la falta de información científica adecuada no debería utilizarse como razón para aplazar o dejar de tomar medidas para su conservación y manejo”*. Asimismo, el artículo 7.6.1 menciona que *“Los Estados deberían asegurar un nivel de actividad pesquera compatible con el estado de los recursos pesqueros que están siendo explotados”, utilizando “la mejor información disponible”* [11, pg. 19 y 20].

En 2004, durante el Congreso Mundial de la Conservación, organizado por La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN Rec 3.100, p. 115), los gobiernos fueron exhortados a “establecer programas de manejo sostenible para mantener y proteger peces arrecifales y sus agregaciones reproductivas (...)”, y las organizaciones internacionales y de manejo de pesca, incluidas las organizaciones no gubernamentales, fueron instadas a “tomar acción para promover y facilitar la conservación y el manejo de las agregaciones reproductivas de peces (...)”. Otras comisiones importantes de conservación y grupos de trabajo incluyen al Grupo de Especialistas de Lábridos y Meros de la UICN (Groupers and Wrasse Specialist Group, en inglés) [13] y al Grupo de Trabajo de Agregaciones Reproductivas CFMC/WECAFC/OSPESCA/CRFM (por sus siglas en inglés) [12], quienes han desarrollado El Plan Regional de Ordenación Pesquera de las Especies que Forman Agregaciones de Desove (PROPEFAD). Este plan representa una herramienta política colaborativa del Caribe desarrollada entre 2008 y 2019, enfocada en proteger especies de peces en peligro durante eventos de desove, particularmente el mero del Caribe (*Epinephelus striatus*) y el pargo lunar (*Lutjanus analis*) [35]. Estos grupos recomiendan firmemente acciones mejoradas de manejo para proteger los sitios de las ARP, y resaltan la necesidad de Planes de Manejo de Pesquerías que tomen en cuenta la protección de las especies que forman ARP; para la estandarización de los programas existentes de monitoreo de las ARP para mejorar los esfuerzos de manejo local, nacional y regional, y solicitar a pescadores y pescadoras, así como a otras personas a que se involucren en la investigación colaborativa y el manejo de las ARP (Vea [14]).

Por ejemplo, el PROPEFAD propone 16 medidas de ordenación derivado de problemas identificados y enseñanzas extraídas en países del Gran Caribe. Estas medidas se engloban en seis objetivos para mejorar la ordenación regional de las agregaciones de mero y pargo [35]:

- Ampliar la información disponible y los conocimientos sobre el estado de las poblaciones de mero y pargo a fin de conseguir apoyo para proteger las agregaciones de desove.
- Determinar el estado actual (incluidas presencia y abundancia de peces, lugares/períodos) de las agregaciones de desove e identificar cuáles necesitan mayor protección.
- Elaborar marcos y protocolos de seguimiento coherentes y armonizados a nivel regional destinados a recopilar información biológica, comercial y socioeconómica clave relacionada con los meros y pargos durante periodos de desove, así como en otros momentos y emplazamientos.
- Establecer mecanismos coordinados y armonizados para proteger de manera eficaz a las agregaciones de desove frente al uso extractivo en toda la región del Caribe.
- Aumentar de manera significativa la concienciación y participación de las principales partes interesadas a fin de conseguir mayor apoyo para proteger las agregaciones de desove, prestando especial atención a los beneficios equitativos para las comunidades locales.
- Integrar la protección de las agregaciones de desove en iniciativas más amplias de planificación y ordenación a nivel ecosistémico.

La Iniciativa Internacional de Arrecifes de Coral (ICRI, por sus siglas en inglés) también hizo una declaración en “Las agregaciones reproductivas de peces arrecifales”, en 2006. Esta declaración insta a los gobiernos a establecer programas de manejo sostenible para mantener y proteger los peces arrecifales y sus agregaciones reproductivas, incluyendo una serie de medidas espaciales y estacionales que pueden ser adaptadas a las necesidades y circunstancias locales.

Esta serie de declaraciones y recomendaciones tienen una mayor influencia tanto en el gobierno como en las ONG, con el fin de avanzar en las iniciativas de conservación para las ARP, puesto que todos reconocen la importancia de evaluar las agregaciones reproductivas como una parte esencial de las pesquerías y del manejo de las AMP [15, 16].

En el SAM, los principios biofísicos para un diseño efectivo de las zonas de recuperación pesquera [17] consideran que los sitios de ARP son áreas vitales para la historia de vida de las especies focales. Los principios recomiendan proteger las áreas de importancia para los ciclos de vida de estas especies, como criaderos o zonas de desove. La protección de estas áreas puede beneficiar considerablemente las pesquerías en un futuro. La implementación de una ordenación eficaz a nivel nacional es tan importante como el fortalecimiento de los enfoques regionales, lo que requiere una coordinación integral que abarque desde la protección estacional y espacial hasta el seguimiento estadístico, tanto independiente como dependiente de la pesca, así como el cumplimiento de la ley, la divulgación y la educación. Además, dado que muchos procesos biológicos del ciclo vital de ambas especies trascienden las fronteras nacionales, resulta fundamental que la planificación se armonice entre los diferentes países involucrados [35].

© Mickey Charteris, Tiger grouper. www.caribbeanreeflife.com



4 Agregaciones reproductivas de peces en el Sistema Arrecifal Mesoamericano

En el Caribe, se sabe que 37 especies de peces de 10 familias forman ARPs [9]. Una reciente revisión bibliográfica por Kobara et. al [9] reporta 29 sitios, pero la investigación en cada uno de los cuatro países del SAM, inclusive las contribuciones de las personas expertas, sugiere que actualmente hay 24 sitios activos que son del conocimiento de quienes se dedican a la investigación [18]. De estos, las ONG, gestores e investigadores identificaron que actualmente siete tienen poblaciones de peces en declive, tres están estables, cuatro están aumentando, y la tendencia en diez sitios se desconoce debido a la falta de un monitoreo constante [19].

Es difícil documentar el número total de sitios de ARP que se conocen, debido a la dificultad de un monitoreo periódico en todos los sitios, además de las diferentes opiniones en cuanto a lo que constituye una ARP activa [20]. Entre los peces más comunes que se encuentran en los sitios de ARP están los *Epinephelidae* (meros) y los *Lutjanidae* (pargos) [21]. Las especies incluyen al Mero de Nassau o Mero del Caribe (*E. striatus*, En Peligro Crítico), Mero Negro o Negrillo (*Mycteroperca bonaci*, Casi Amenazado), Mero Aleta Amarilla (*M. venenosa*, Casi Amenazado), Pargo Lunar o Criollo (*Lutjanus analis*, Casi Amenazado), Pargo Llorón o Perro (*L. jocu*, Datos Insuficientes) y Cubera o Pargo colmillón (*L. cyanopterus*, Vulnerable). Muchas de estas especies han sufrido una disminución drástica de sus poblaciones en todo el Caribe, y se sabe que en algunos sitios de ARP han sido extirpadas [22]. En menor medida, hay otras familias que también se agregan para desovar incluyen muchos *Acanthuridae* (pez cirujano), *Siganidae* (siganidos), *Scaridae* (pez loro) y *Labridae* (lábridos) [21].

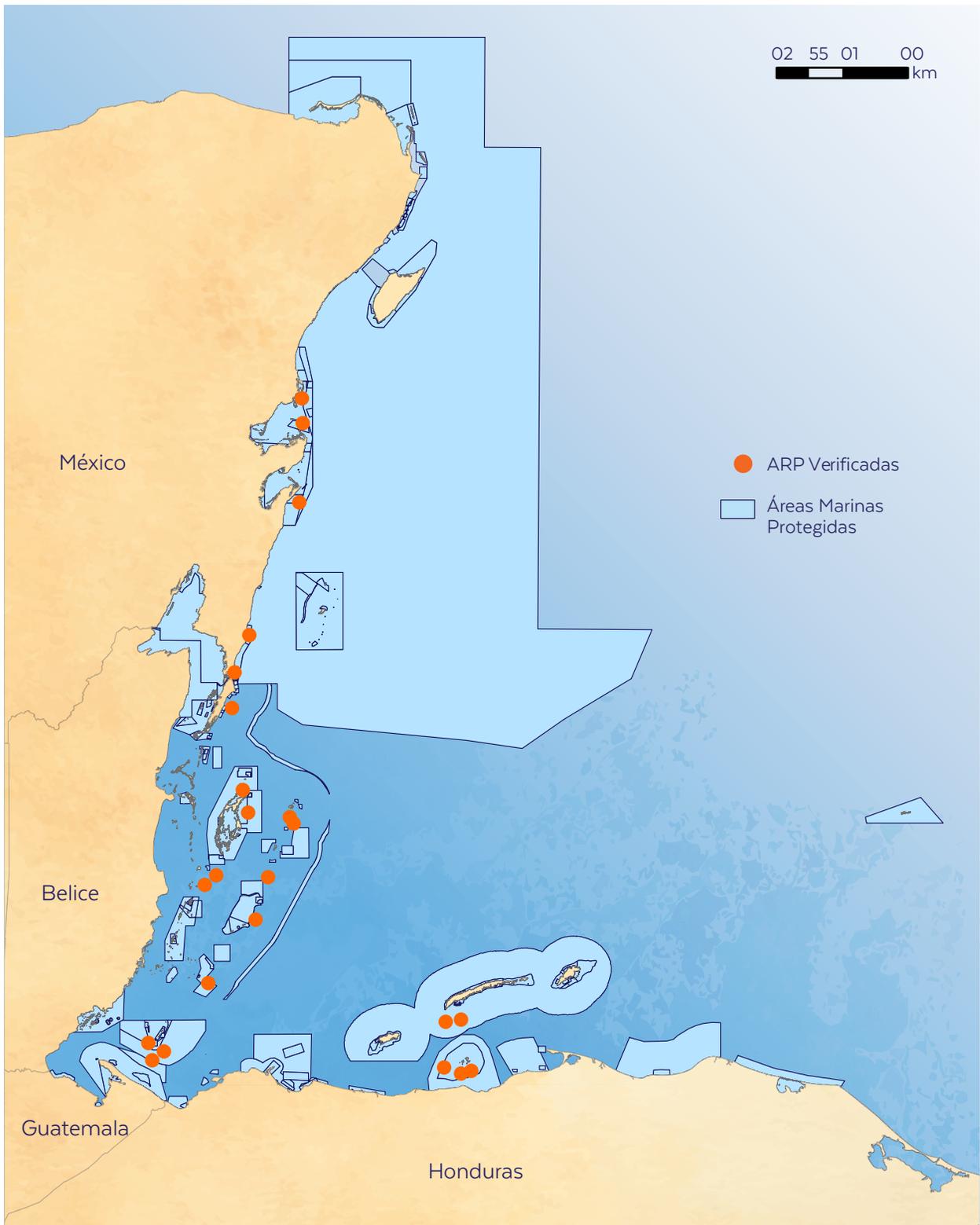


Figura 1. Ubicación aproximada de sitios de ARP conocidos y verificados en el Sistema Arrecifal Mesoamericano

M. McField, M. Soto, R. Martinez, A. Giró, C. Guerrero, M. Rueda, P. Kramer, L. Roth, I. Muñiz (2024). 2024 Mesoamerican Reef Report Card. Healthy Reefs for Healthy People. www.healthyreefs.org

4.1 Medidas de conservación para las ARP en la región del SAM.

4.1.1 México

El Golfo de México y la región del Caribe mexicano tiene un plan de manejo para mero y regulaciones pesqueras; sin embargo, se enfocan en el Mero Rojo (*Epinephelus morio*), una especie que no destaca mucho en la pesca del Caribe.

- Las zonas de recuperación pesquera (ya sea refugios de peces o subzonas de áreas protegidas) han sido implementadas para proteger específicamente a las ARP (cinco de ocho ARP verificadas visualmente están protegidas).
- Actualmente hay ocho sitios de ARP visualmente verificados en el Caribe mexicano. Cuatro están estables, dos están disminuyendo, uno ha desaparecido y otro se desconoce.
- Las áreas protegidas también limitan el esfuerzo espacial de la pesca y algunas artes de pesca mediante sus planes de manejo.
- En el Caribe mexicano se ha conformado el Centro Comunitario de Investigación y Monitoreo Submarino, integrado por 12 pescadoras y pescadores de la comunidad de Punta Allen. El grupo centra sus esfuerzos en el monitoreo anual de las zonas de agregación verificadas, dentro de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an.

4.1.2 Belice

En 2020, la Reserva Marina de los Cayos Zapotillos se amplió para incluir la porción beliceña del área marina Corona Caimán. Esta red, establecida en 2001, protege 13 agregaciones reproductivas multiespecíficas conocidas (siete de ellas específicas del mero del Caribe [*Epinephelus striatus*]).

- El manejo de cada ARP es independiente de las reservas marinas. La mayoría se encuentran cerca, a la par o dentro de la reserva marina, y cuentan con diferentes regulaciones en cuanto al tipo de pesca y sus artes.
- Por el momento, no existen planes de manejo formales para las ARP actuales. La nueva Ley de Recursos de Pesca (firmada el 20 de febrero del 2020) será la guía para su desarrollo.
- Ocho de las ARP han tenido cierto nivel de monitoreo directo de poblaciones para el mero del Caribe, que se ha llevado a cabo durante los últimos 15 años; el resto también han sido monitoreados en diferentes momentos [23].
- El estado actual de las ARP está sobre todo en declive, pero en su mayoría no se conoce.
- Existe la necesidad de hacer más investigación para volver a caracterizar los sitios.
- En la Reserva Marina Gladden Spit Silk Cayes hay una ARP multi específica, donde se permite la pesca tradicional por temporada solamente para pargos.
- Las diferentes regulaciones para cada reserva marina se pueden encontrar en <http://fisheries.gov.bz/>.

Existe un grupo de trabajo enfocado a las agregaciones reproductivas en Belice. Su objetivo más reciente planeado para 2023 consistió en determinar el éxito de las medidas de manejo que favorecen las agregaciones de meros y pargos. Para ello sus actividades se centran en cuatro ejes: monitoreo, colecta y análisis de datos, concientización pública y capacitaciones (para mayor información consultar <https://www.spagbelize.org/>).

4.1.3 Guatemala

El sitio de agregación reproductiva Corona Caimán es un banco de coral sumergido ubicado en la costa caribeña de Guatemala, cerca de la frontera con Belice, que sirve como punto crucial para el desove de múltiples especies de peces. El sitio se protegió en 2020 a través el acuerdo ministerial 85-2020 por un periodo de diez años.

4.1.4 Honduras

Dos planes de manejo de áreas protegidas han establecido regulaciones para las ARP: Parque Nacional Marino Islas de la Bahía y el Monumento Natural Marino Archipiélago Cayos Cochinos. La mayoría de los planes de manejo se actualizan cada cinco años, y ahora incluyen secciones para el manejo de las ARP, si es que han sido reportadas en el área.

- Existen seis ARP validadas en dos áreas protegidas:
 - Islas de la Bahía: dos ARP están ubicadas dentro de la Zona Especial de Protección Marina (una subzona dentro del Parque Nacional), donde no se permite la extracción pesca de mero y pargo.
 - Cayos Cochinos: no se permite la pesca dentro del monumento marino de diciembre a marzo, donde hay cuatro ARP.
- Talla mínima de desembarque: no existe ninguna regulación nacional para talla mínima de desembarque, aunque la Reserva Marina Islas de la Bahía tiene un estándar de talla mínima de 20 cm para todos los peces de aleta.
- Las artes de pesca están limitadas en el plan de manejo o decreto de área protegida.

Tabla 1. Regulaciones de mero y pargo en el SAM.

REGULACIONES	MÉXICO	BELICE	GUATEMALA	HONDURAS
Vedas para Mero del Caribe (<i>Epinephelus striatus</i>)	1 de febrero a 31 de marzo	1 de diciembre a 31 de marzo	1 de diciembre a 31 de marzo	1 de diciembre a 31 de marzo
Vedas para otros Meros	1 de febrero a 31 de marzo	No	No	No
Límite de tallas para Meros	Solo una especie: <i>Epinephelus morio</i> . Talla mínima de 36.3 cm LT	Los Meros (Nassau) deben medir entre 20 y 30 pulgadas (50-76 cm) deben desembarcarse enteros	No	No
Veda para Pargos	No	No	1 de mayo a 15 de junio (bajo acuerdo ministerial 40-2020)	1 de mayo a 15 de junio (bajo acuerdo ministerial 40-2020)
ARP protegidas	5	10	1	0 (6 sitios con protección especial)

5 Líneas base cambiantes: Cómo eran antes las cosas y como apoyaban a las pesquerías

La evidencia científica histórica, combinada con el conocimiento ecológico tradicional de pescadoras y pescadores, puede ser una herramienta poderosa para entender los cambios poblacionales de las especies clave. También puede ser utilizada para documentar el cambio de las percepciones de un recurso a lo largo del tiempo [25]. En 1971, se reportó una ARP de más de 100,000 meros del Caribe en las Bahamas [26], un sitio que en 2013 ya solo tenía cinco peces [27]. Los reportes en el SAM son similares y documentan una considerable actividad pesquera relacionada con los sitios de ARP durante el mismo período. En los años sesenta en Belice, por ejemplo, 300 embarcaciones, cada una con tres personas a bordo, se dirigían a Caye Glory (Emily) durante la época de desove, y pescaban un estimado de 100 toneladas de mero. Una tripulación con experiencia podía pescar 1,200 a 1,800 peces durante la temporada [28]. No obstante, la pesca en la década de los sesenta ya era mucho más baja que en años anteriores.

La pesca en sitios de ARP generalmente no es lo más conveniente en términos económicos, ya que el mercado recibe una sobreoferta de una sola especie en un momento específico, y reduce los precios [29]. A pesar de esto, la pesca en las ARP ha mantenido la importante economía local, pero la disminución de la pesca en las décadas recientes ha reducido aún más la rentabilidad de la pesca en las ARP. A medida que la pesca se volvió más eficiente, las capturas en los sitios de ARP continuaron bajando, ya que había embarcaciones potentes que podían pescar más peces, y que operaban en aguas más agitadas, cuyos sitios de ARP, tanto en el Caribe como en el mundo entero, ahora albergan una fracción de la cantidad de peces que había en años anteriores.

El conocimiento científico que tenemos sobre las ARP ha sido recolectado durante un tiempo reducido. Antes del advenimiento del buceo autónomo o submarinismo (SCUBA por sus siglas en inglés) en los años cuarenta, se sabía que existían los sitios de ARP realmente solo por las pescas abundantes permitidas a quienes se dedican a la pesca en ciertos meses del año. El buceo autónomo permitió a los científicos empezar a documentar los espectáculos submarinos. Actualmente, una ARP con solo 1,000 peces es considerada un sitio “grande” o “extraordinario tanto para científicos como para pescadoras y pescadores jóvenes”, pero deberíamos reconocer que lo “normal” de ahora es probablemente una disminución de la población de hace 50 a 100 años. Esta “línea base cambiante” ha sido reportada para las mismas especies de otras regiones [30, 31] y describe una situación de la cual es difícil reconocer las abundancias del pasado, puesto que solo tenemos puntos de referencia actuales con los que comparar.



6 La necesidad de una visión regional

6.1 La gestión de recursos compartidos requiere coordinación nacional y regional

La importancia de las ARP para las pesquerías en el SAM ha sido documentada durante más de 80 años [37]. El mero y el pargo son recursos transfronterizos en el SAM. En la región, el mero del Caribe se ha sabido que migra más de 300 km hacia sitios de ARP [32], equivalente a que un pez nade de Guatemala a México para desovar. Un plan de recuperación poblacional coordinado para las especies emblemáticas y de importancia comercial necesita tomar en cuenta el rango de distribución de las especies. Si bien los meros y pargos están presentes en todo el Caribe, es muy posible que el SAM tenga un auto reclutamiento significativo que mantiene a las poblaciones locales, ya que los meros del Caribe en el SAM son genéticamente distintos a los que se encuentran en el Caribe oriental y las Bahamas [34]. Esto significa que las acciones que tomemos en el SAM tienen un impacto directo en la salud de nuestras poblaciones de peces.

Los movimientos poblacionales entre sitios de desove también se conocen poco y se necesita más investigación. Se ha especulado que una agregación decreciente en un sitio específico podría ser el resultado de la desaparición de una ARP geográficamente cercana y posiblemente conectada. Adicionalmente, cuando las ARP han sido explotadas constantemente por largos períodos de tiempo, como es el caso del sitio Mahahual en México, documentado por Aguilar-Perera [34], se extraen los peces más viejos y se dejan unos pocos individuos experimentados para dirigir a los nuevos reclutas a los sitios tradicionales. Esto posiblemente genera migraciones ineficaces hacia sitios tradicionales, lo que reduce más el desove potencial y la capacidad reproductiva para las especies [34].

La evolución de las políticas pesqueras en la región del SAM en los últimos años ha sido notable pero desigual. Por ejemplo, las nuevas regulaciones implementadas en Belice han fortalecido la protección de las ARP mediante la ampliación de las zonas de no pesca y el establecimiento de períodos de veda más estrictos. Por otra parte, en México, la actualización de los planes de manejo pesquero ha incorporado por primera vez criterios específicos para la protección de las ARP, incluyendo restricciones más severas durante las temporadas de desove. Sin embargo, la armonización de políticas entre los cuatro países del SAM sigue siendo un desafío, particularmente en lo que respecta a la estandarización de las medidas de control y vigilancia. La falta de recursos para la aplicación efectiva de las regulaciones continúa siendo una limitante significativa en toda la región.

6.2 Pese a la protección legal, los sitios ARP enfrentan un declive preocupante

El aumento de la población humana y su consecuente demanda de productos marinos, junto con la amenaza de la pesca ilegal, no declarada y no reglamentada (INDNR), hace imperativo establecer regulaciones basadas en evidencia científica y empoderar a los pescadores en los esfuerzos de manejo para garantizar la sostenibilidad de los ecosistemas marinos y la industria pesquera legítima [38]. Lograr poblaciones sanas de mero y pargo va más allá de proteger los sitios de ARP, sobre todo en países con recursos limitados, donde la aplicación de las regulaciones es escasa. Es probable que la abundancia de peces en sitios de desove continúe disminuyendo debido a la considerable presión pesquera en la población fuera de la temporada de desove, durante las migraciones a sitios de desove y durante la pesca legal o ilegal directamente en sitios de ARP. Adicionalmente, la mayoría de los sitios de ARP que están actualmente protegidos han sido protegidos recientemente, cuando la abundancia de peces era una fracción de los niveles anteriores. La recuperación tomará tiempo. Debido a las largas migraciones de los adultos, además del período de la dispersión de larvas que puede movilizarlas entre países, la única manera de asegurar las poblaciones saludables es teniendo una visión regional y multilateral. Las acciones de un solo país del SAM no serán suficientes.

6.3 Acciones para proteger las ARP

El primer paso para la conservación efectiva es saber dónde están los sitios de ARP. Una vez los sitios ya han sido localizados y caracterizados, se pueden proponer las medidas de conservación efectiva de acuerdo con las especies de peces que usan el sitio, las regulaciones de cada país y las necesidades específicas para cada sitio. Una vez se identifiquen estos sitios de ARP, deberían ser monitoreados efectivamente para medir los cambios de las poblaciones de peces y los impactos de las acciones de conservación. Una manera de asegurar los procesos efectivos es mediante el uso de protocolos estandarizados para la evaluación y monitoreo de sitios, como el protocolo de monitoreo de MAR Fish 2020. Por otro lado, la implementación exitosa de regulaciones pesqueras armonizadas a nivel regional requiere no solo la participación activa de las comunidades, sino también el desarrollo de mecanismos de apoyo financiero y alternativas económicas para los pescadores, lo cual fortalecerá la resiliencia comunitaria mientras se conservan los recursos marinos [38].



© Alexander Tewfik, Nassau grouper. Glover's Atoll, Belize.

6.3.1 Involucrar a los actores

Si bien “identificar” los sitios de ARP es a menudo el objetivo de los investigadores y de quienes se dedican a la conservación, es poco probable que haya muchos sitios de ARP vírgenes en el SAM y en el gran Caribe. La mayoría, si no todos, los sitios ya son conocidos por las y los pescadores. De igual forma, las medidas de conservación y pesca sostenible no serán implementadas efectivamente sin el apoyo de la comunidad pesquera, particularmente en las regiones donde los recursos para aplicar las regulaciones están limitados. Para asegurar los beneficios de conservación a largo plazo, crear las capacidades y las responsabilidades compartidas, las comunidades pesqueras deberían involucrarse en la exploración y monitoreo de los sitios de ARP, idealmente desde la ciencia ciudadana [14].

6.3.2 El papel del proyecto MAR Fish

EL Proyecto MAR Fish, en el SAM es una iniciativa de conservación orientada a la protección de la biodiversidad marina y los recursos pesqueros en esta región. Su objetivo principal es apoyar la reconstrucción de las poblaciones de peces del arrecife Mesoamericano mediante el fortalecimiento de la protección y el monitoreo de una red de sitios de agregaciones reproductivas de peces, como áreas críticas del ciclo de vida de estas especies. Estas agregaciones son fundamentales para mantener poblaciones saludables y garantizar el equilibrio funcional de los ecosistemas marinos. La región del SAM, que incluye las zonas costeras de México, Belice, Guatemala y Honduras, alberga una gran diversidad de especies marinas. Sin embargo, la sobrepesca y la degradación de hábitats esenciales han comprometido la sostenibilidad de estos ecosistemas. En respuesta, el Proyecto MAR Fish aborda estas amenazas mediante un enfoque integrado que combina investigación científica, participación comunitaria y gestión estratégica.

Las actividades clave incluyen:

- Investigación científica: Identificación, caracterización y monitoreo de sitios de agregaciones reproductivas mediante técnicas avanzadas de observación y análisis.
- Participación comunitaria: Capacitación y sensibilización de comunidades locales, con énfasis en la promoción de prácticas de pesca sostenible y el fortalecimiento de la gobernanza comunitaria.
- Establecimiento de áreas protegidas: Implementación de medidas de conservación espacial para minimizar la extracción durante los períodos críticos de reproducción.

En 2023, en la ciudad de Cancún, México se llevó a cabo el taller regional de socios MAR Fish. El objetivo principal del taller fue dar seguimiento a los esfuerzos de los socios del proyecto desde el último taller en 2020, presentando los resultados alcanzados, los retos enfrentados y las oportunidades futuras. Participaron 19 personas (10 mujeres, nueve hombres) de 10 organizaciones dentro del SAM, que representaban a la sociedad civil, las comunidades pesqueras, los administradores de recursos y las organizaciones de investigación. Durante el taller se dio seguimiento a la estandarización en la recopilación de datos, evaluando sus ventajas y desventajas en diversos contextos. Asimismo, se discutieron los resultados del uso de nuevas tecnologías para el monitoreo, como el monitoreo acústico pasivo, marcaje, monitoreo de pesquerías y ADN ambiental (eDNA). Un punto clave del taller fue la descripción y análisis de los resultados obtenidos en los sitios centinela del SAM, permitiendo profundizar en la evaluación de estos sitios estratégicos.

6.4 Recomendaciones por país

6.4.1 México

- Reconocer oficialmente a las ARP como sitios de importancia crítica en la legislación de pesquerías e incrementar la aplicación de regulaciones durante las temporadas de desove.
- Separar la veda del Golfo de México de la región del Caribe y sus especies, y aumentar la veda de Cabo Catoche a la frontera de Belice de dos a cuatro meses, para estar alineada con Belice.
- Aumentar las tallas mínimas de desembarque para las especies de mero que incluya la talla de madurez para asegurar el potencial de desove.
- Evaluar la pesca de pargo para crear recomendaciones basadas en la ciencia y un plan de manejo regional.
- Revisar y actualizar los planes de manejo de las AMP tomando en cuenta la información de las ARP (las AMP deberían revisar los planes de manejo cada cinco años, como parte de un régimen de manejo adaptativo, muchos de ellos no han cambiado).

6.4.2 Belice

- Veda completa para pesca en todos los sitios de agregaciones.
- Integrar y alinear la red de sitios de agregaciones reproductivas en un plan de manejo de múltiples especies de aleta para Belice.
- Aumentar el patrullaje y la vigilancia estratégicos en los sitios de ARP dentro y fuera de las AMP.
- Realizar una evaluación nacional del estado de todas las ARP de meros y pargos.
- Empoderar a mujeres y hombres pescadores y cooperativas pesqueras locales para proteger, monitorear y manejar los sitios de ARP en sus áreas pesqueras.
- Mejorar el monitoreo de los sitios de ARP mediante el uso de tecnología.

Recomendaciones para el monitoreo:

- Uso de drones sumergibles para monitorear las ARP.
- Uso de aparatos de monitoreo acústico para detectar el movimiento y sonido de peces y embarcaciones en los sitios de ARP.

- Apoyar el reemplazo del equipo de patrullaje (motores, equipo SMART, computadoras, etc.).
- Apoyo a la investigación.

6.4.3 Guatemala

- Las vedas para todas las especies de mero y pargo deberían extenderse:
 - Mero: diciembre a marzo
 - Pargo: abril a junio
- Aumento de vigilancia y aplicación de regulaciones durante las temporadas de desove.
- Actualizar los planes de manejo de las AMP que incluyan las zonas de recuperación pesquera como una herramienta de manejo de los sitios de ARP.
- Caracterizar y monitorear los sitios de ARP y las poblaciones de peces para obtener información para el manejo adaptativo de pesquerías.

6.4.4 Honduras

- Crear zonas de recuperación en los sitios ARP con una vigilancia adecuada y aplicación de las regulaciones.
- Se debería establecer medidas de manejo a diferentes escalas temporales, dada la falta de sitios de ARP validados:
 - A corto plazo: medidas generales de control de productos, como vedas para especies específicas, restricciones de venta por temporada y tallas mínimas de pesca.
 - A mediano plazo: Una vez las ubicaciones de las ARP, las especies y las temporadas han sido determinadas, las medidas de control de insumos, como las restricciones de las artes de pesca, vedas temporales y zonas de recuperación pesquera, pueden ser implementadas.
 - A largo plazo: Una vez que se haya generado la información sobre la explotación de las poblaciones de peces, los límites de pesca por especie deberían ser implementados.
- Incluir a pescadoras y pescadores locales en las acciones para proteger, monitorear y manejar las ARP en sus áreas de pesca, con el fin de crear capacidades y empoderar a las comunidades locales para las acciones de manejo a largo plazo.

© Francesca Diaco, Surgeonfish.



7 El panorama sin las ARP

La recuperación de las poblaciones de peces en toda la región probablemente depende del destino de los huevos y larvas producidos y dispersados desde las pocas agregaciones de desove saludables que quedan, especialmente considerando que las pesquerías que se dirigen a estas agregaciones han demostrado ser particularmente vulnerables a la sobrepesca, llevando a muchas especies, particularmente en los trópicos, a una situación de peligro [36]. Un futuro sin las agregaciones reproductivas de peces es un futuro sin un Sistema Arrecifal Mesoamericano saludable. Los peces que desovan en los sitios de ARP forman parte importante de la cadena alimenticia de los arrecifes de coral, mantienen los medios de subsistencia al apoyar las pesquerías y son un atractivo para los turistas que los pueden apreciar en los arrecifes.

Por otra parte, el cambio climático está afectando directamente a las ARP de múltiples formas. El aumento de la temperatura del mar ha comenzado a alterar los ciclos reproductivos tradicionales de varias especies, con algunas agregaciones ocurriendo en fechas diferentes a las históricamente documentadas. Los estudios en el Caribe han mostrado que el incremento en la frecuencia e intensidad de los fenómenos meteorológicos extremos está afectando la estabilidad de los sitios de agregación, particularmente en áreas poco profundas. Además, la acidificación oceánica está impactando los arrecifes de coral que sirven como puntos de referencia para las especies durante sus migraciones reproductivas, lo que podría estar afectando el éxito reproductivo de las agregaciones.

A pesar de las acciones que los países del SAM han tomado a la fecha, nuestros esfuerzos no han sido suficientes. Es momento de concentrar nuestros esfuerzos en la protección y la conservación de este recurso con esfuerzos multilaterales concretos y alineados en los cuatro países del SAM.

7.1 Acciones necesarias para sostener los sitios de ARP en el SAM

Durante los últimos años, la protección y el monitoreo de las Agregaciones Reproductivas de Peces (ARP) en el Sistema Arrecifal Mesoamericano ha experimentado avances significativos, aunque los desafíos persisten. La implementación de nuevas tecnologías de monitoreo, como drones submarinos y sistemas acústicos avanzados, ha permitido una mejor comprensión de los patrones de agregación y movimiento de las especies clave. Los programas de ciencia ciudadana y la participación comunitaria se han fortalecido, especialmente en Belice y México, donde las comunidades pesqueras locales ahora juegan un papel más activo en la protección y el monitoreo de las ARP. Sin embargo, los efectos del cambio climático, evidenciados por alteraciones en los patrones de temperatura y corrientes marinas, han comenzado a impactar los ciclos reproductivos de algunas especies, añadiendo una nueva capa de complejidad a los esfuerzos de conservación. La coordinación regional se ha intensificado, pero aún se requiere una mayor armonización de las políticas y medidas de protección entre los cuatro países del SAM.

A continuación, se enlistan algunas recomendaciones:

- Continuar con el desarrollo de una visión común para el manejo regional y la planificación de conservación para los sitios de ARP.
- Crear zonas de recuperación pesquera en los sitios de ARP que actualmente no están protegidos, tomando en cuenta los principios biofísicos, socioeconómicos y de diseño de gobernanza establecidos para el SAM.
- Priorizar y alinear la vigilancia y la aplicación de regulaciones con las temporadas de desove.
- Homogenizar las regulaciones de límites de talla y vedas para especies clave, particularmente para mero y pargo.
- Validar, caracterizar y monitorear periódicamente todos los sitios de ARP, con el fin de obtener información científica como guía para el manejo adaptativo. Implementar marcos estandarizados de monitoreo que recolecten información clave de índole biológica, socioeconómica y de gobernanza mediante protocolos estandarizados.
- Desarrollar una base de datos regional y protocolos para compartir datos con el fin de asegurar la continuidad, un manejo de datos más efectivo y mantener el conocimiento institucional de las ARPs a lo largo del tiempo.
- Promover la conservación y la restauración de hábitats clave (p. ej., manglares y arrecifes), que son importantes para el ciclo de vida de las especies de peces.
- Aumentar las estrategias basadas en las comunidades para el monitoreo, la recolección de datos y el manejo, con el fin de promover la responsabilidad compartida y la aceptación de los proyectos y la sostenibilidad.
- Garantizar la aplicación efectiva de las regulaciones en todos los sitios de ARP y durante las vedas.
- Tomar en cuenta e investigar los impactos del cambio climático en las ARP.
- Crear conciencia por medio de campañas de comunicación, con actores clave y el público general, sobre la importancia de los sitios de ARP, para mantener la seguridad alimentaria y la conservación de la biodiversidad.

© Mickey Charteris, Grouper snapper octopus. www.caribbeanreeflife.com



8 Referencias

- [1] Chollett, I., Priest, M., Fulton, S. y Heyman, W. D. (2020). Should we protect extirpated fish spawning aggregation sites? *Biological Conservation*, 241, 108395.
- [2] Erisman, B., Aburto-Oropeza, O., Gonzalez-Abraham, C., Mascareñas-Osorio, I., Moreno-Báez, M. y Hastings, P. A. (2012). Spatio-temporal dynamics of a fish spawning aggregation and its fishery in the Gulf of California. *Scientific Reports*, 2(1), 284. doi:10.1038/srep00284.
- [3] Sadovy de Mitcheson, Y. y Erisman, B. (2012). Fishery and biological implications of fishing spawning aggregations, and the social and economic importance of aggregating fishes. En: Sadovy de Mitcheson, Y., Colin, P.L. (Eds.) *Reef Fish Spawning Aggregations: Biology, Research and Management*. Springer, Netherlands, Dordrecht, 225-284. https://doi.org/10.1007/978-94-007-1980-4_8.
- [4] Erisman, B., Heyman, W.D., Fulton, S. y Rowel, T. (2018). Fish spawning aggregations: a focal point of fisheries management and marine conservation in Mexico. *Gulf of California Marine Program*, La Jolla, CA. 24.
- [5] Erisman, B.E., Heyman, W., Kobara, S., Ezer, T., Pittman, S., Aburto-Oropeza, O. y Nemeth, R.S. (2017). Fish spawning aggregations: where well-placed management actions can yield big benefits for fisheries and conservation. *Fish Fish*. 18, 128-144. <https://doi.org/10.1111/faf.12132>.
- [6] IUCN (2020). The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2020-1. Recuperado de <https://www.iucnredlist.org>.
- [7] Grüss, A., Biggs, C., Heyman, W. D. y Erisman, B. (2018). Prioritizing monitoring and conservation efforts for fish spawning aggregations in the U.S. Gulf of Mexico. *Scientific Reports*, 8(1), 8473. doi:10.1038/s41598-018-26898-0.
- [8] Cherubin, L. M., Dalglish, F., Ibrahim, A. K., Schärer-Umpierre, M. T., Nemeth, R. y Appeldoorn, R. (2019). Fish Spawning Aggregations Dynamics as Inferred from a Novel, Persistent Presence Robotic Approach. *Frontiers in Marine Science*, 6, 779.
- [9] Kobara, S., Heyman, W., Pittman, S. y Nemeth, R. (2013). Biogeography of transient reef-fish spawning aggregations in the Caribbean: a synthesis for future research and management. *Oceanography and marine biology*, 51, 281-326.
- [10] Kobara, S. y Heyman, S. (2010). Sea bottom geomorphology of multi-species spawning aggregation sites in Belize. *Marine Ecology Progress Series*, 405: 243-254, 2010.
- [11] FAO (1996). Code of conduct for responsible fishing operations. Rome: FAO. (Revisado el 31 de marzo de 2020). Fuente: <http://www.fao.org/fishery/code/en>.
- [12] FAO (2020). Regional Fishery Bodies summary descriptions: Western Central Atlantic Fishery Commission (WECAFC). (Revisado 04 de diciembre de 2024). Fuente: <http://www.fao.org/fishery/rfb/wecafc/en>.

- [13] IUCN (2020). IUCN SSC Grouper and Wrasse Specialist. (Revisado 04 de diciembre de 2024). Fuente: <https://www.iucn.org/ssc-groups/fishes/grouper-and-wrasse>.
- [14] Fulton, S., Caamal-Madrigal, J., Aguilar-Perera, A., Bourillón, L. y Heyman, W. D. (2018). Marine Conservation Outcomes are More Likely when Fishers Participate as Citizen Scientists: Case Studies from the Mexican Mesoamerican Reef. *Citizen Science: Theory and Practice*, 3(1), 7. doi: <http://doi.org/10.5334/cstp.118>.
- [15] Russell M.W., Luckhurst B.E., Lindeman K.C. (2012) Management of Spawning Aggregations. En: Sadovy de Mitcheson Y., Colin P. (eds) Reef Fish Spawning Aggregations: Biology, Research and Management. Fish & Fisheries Series, vol 35. Springer, Dordrecht.
- [16] Erisman, B., Heyman, W., Kobara, Ezer, T., Pittman, Aburto-Oropeza, O. y Nemeth, R. (2015). Fish spawning aggregations: where well-placed management actions can yield big benefits for fisheries and conservation. *Fish and Fisheries*, 10, doi: 1111/faf.12132.
- [17] Green A., Chollett I., Suárez A., Dahlgren C., Cruz S., Zepeda C., Andino J., Robinson J., McField M., Fulton S., Giro A., Reyes H. y Bezaury J. (2017). Biophysical Principles for Designing a Network of Replenishment Zones for the Mesoamerican Reef System. Reporte técnico producido por The Nature Conservancy, Comunidad y Biodiversidad, A.C., Smithsonian Institution, Perry Institute for Marine Science, Centro de Estudios Marinos, Healthy Reefs Initiative y la Universidad Autónoma de Baja California Sur, 64.
- [18] Mcfield, M. & Kramer, P. & Alvarez-Filip, L. & Drysdale, I. & Flores, M. & Petersen, A. & Soto, M. (2020). 2020 Mesoamerican Reef Report Card. 36.
- [19] Fulton, S., Acevedo, A., Estrada, J. & Caamal, J. (2020). Status Report on Fish Spawning Aggregations in the Mesoamerican Reef. Comunidad y Biodiversidad A.C. Cancun, México.
- [20] Chollett, I., Priest, M., Fulton, S., & Heyman, W. D. (2020). Should we protect extirpated fish spawning aggregation sites? *Biological Conservation*, 241, doi: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.108395>.
- [21] Russell, M., Sadovy, Y., Erisman, B., Hamilton, R., Luckhurst, B. y Nemeth, R. (2014). Status Report World's Fish Aggregations 2014. Reporte por Science and Conservation of Fish Aggregations (SCRFA) en colaboración con el comité ad hoc ICRI para las pesquerías asociadas al arrecife.
- [22] Aguilar-Perera, A. (2013). An Obituary for a Traditional Aggregation Site of Nassau Grouper in the Mexican Caribbean. Proceedings of the 66th Gulf and Caribbean Fisheries Institute. Texas, USA. (Revisado 20 de abril de 2020). Fuente: <https://bit.ly/3dqMi4h>.
- [23] Burns, V. y Tewfik, A. (2015). Brief History of Management and Conservation of Nassau grouper and their Spawning Aggregations in Belize: A Collaborative Approach. Proceedings of the 68th Gulf and Caribbean Fisheries Institute November 9 - 13, 2015.
- [24] Thompson, E. (1944). The Fisheries of British Honduras. Development and Welfare in the West Indies. Bulletin No. 21.
- [25] Pauly, D. (1995). Anecdotes and the shifting baseline syndrome of fisheries. *Trends in ecology & evolution*, 10 (10), 430.

- [26] Lavett-Smith, C. (1972). A spawning aggregation of Nassau grouper, *Epinephelus striatus* (Bloch). *Transactions of the American Fisheries Society*, 101 (2), 257-261.
- [27] Erisman, B., McKinney-Lambert, C. y Sadovy de Mitcheson, Y. (2013). Sad Farewell to C. Lavett-Smith's Iconic Nassau Spawning Aggregation Site. *Proceedings of the 66th Gulf and Caribbean Fisheries Institute*, November 4 -8, 2013 Corpus Christi, Texas, USA.
- [28] Craig, A. K. (1966). *Geography of Fishing in British Honduras and Adjacent Coastal Waters*: Louisiana State University Press.
- [29] Sadovy, Y. y Domeier, M. (2005). Are aggregation-fisheries sustainable? Reef fish fisheries as a case study. *Coral reefs*, 24 (2), 254-262.
- [30] Saenz-Arroyo, A., Roberts, C., Torre, J., Cariño-Olvera, M. y Enríquez-Andrade, R. (2005). Rapidly shifting environmental baselines among fishers of the Gulf of California. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 272 (1575), 1957-1962.
- [31] Bravo-Calderón, A. Saenz-Arroyo A., Fulton, S. Espinoza-Tenorio, A. y Soso-Cordero, E. (2020). Atlantic goliath grouper *Epinephelus itajara*: history of exploitation and conservation status in the Mexican Caribbean and Campeche Bank. *Manuscrito presentado para publicación*.
- [32] Bolden, S. K. (2000). Long-distance movement of a Nassau grouper (*Epinephelus striatus*) to a spawning aggregation in the central Bahamas. *Fishery Bulletin-National Oceanic and Atmospheric Administration*, 98 (3), 642-645.
- [33] Jackson, A. M., Semmens, B. X., De Mitcheson, Y. S., Nemeth, R. S., Heppell, S. A., Bush, P. G., & Schärer, M. T. (2014). Population structure and phylogeography in Nassau grouper (*Epinephelus striatus*), a mass-aggregating marine fish. *PLoS one*, 9 (5).
- [34] Aguilar-Perera, A. (2006). Disappearance of a Nassau grouper spawning aggregation off the southern Mexican Caribbean coast. *Marine Ecology Progress Series*, 327: 289-296, 2006.
- [35] Sadovy de Mitcheson, Y.J., Prada Triana, M.C., Azueta, J.O. & Lindeman, K.C. 2024. Regional Fish Spawning Aggregation Fishery Management Plan: Focus on Nassau grouper and Mutton snapper. Bridgetown. FAO. <https://doi.org/10.4060/cd0128t>.
- [36] Stock, B. C., Mullen, A. D., Jaffe, J. S., Candelmo, A., Heppell, S. A., Pattengill-Semmens, C. V., ... & Semmens, B. X. (2023). Protected fish spawning aggregations as self-replenishing reservoirs for regional recovery. *Proceedings of the Royal Society B*, 290(1998), 20230551.
- [37] Fulton, S. (2023). Institutional amnesia pushes fish spawning aggregations towards extirpation. *People and Nature*, 5(2), 489-495.
- [38] McField M., Soto M., Martinez R., Giró A., Guerrero C., Rueda M., Kramer P., Roth L., Muñoz I. (2024). 2024 Mesoamerican Reef Report Card. *Healthy Reefs for Healthy People*. www.healthyreefs.org.

