

ARTICULO ORIGINAL

Sitios de agregación reproductiva de pargos (*Lutjanidae*) en el Parque Nacional Cayos de San Felipe, Cuba

Snappers (*Lutjanidae*) reproductive aggregation sites in the National Park San Felipe Keys, Cuba

Zaimiuri Hernández-González¹
Leonardo Espinosa¹
Elena de la Guardia²
Dorka Cobián-Rojas^{3*}
Jesús Ernesto Arias-González⁴

¹ Parque Nacional Cayos de San Felipe. Empresa para la Protección de la Flora y la Fauna, La Coloma, Pinar del Río Cuba.

² Concepto Arkipelago, SA. de CV. Francisco I Madero # 264, Chetumal, CP 77013, QROO, México.

³ Parque Nacional Guanahacabibes, Centro de Investigaciones y Servicios Ambientales, ECOVIDA, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, La Bajada, 22100 Pinar del Río, Cuba.

⁴ Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del I.P.N. - Mérida, Dep. de Recursos del Mar, Yucatán, Ant. Carr. a Progreso Km. 6, A.P. 73 Cordemex, 97310, México.

* Autores para correspondencia:
dorkacobianrojas79@gmail.com
carias@cinvestav.mx

OPEN ACCESS

Distribuido bajo:
Creative Commons Atribución-
NoComercial 4.0 Internacional
(CC BY-NC 4.0)

Editor:
Tsai García Galano
Centro de Investigaciones Marinas.
Universidad de La Habana

Recibido: 30.09.2021

Aceptado: 12.12.21

Resumen

Las pesquerías basadas en las agregaciones reproductivas pueden amenazar a especies como los pargos que tienen conductas gregarias durante el período reproductivo. Esta nota ofrece elementos que sugieren la existencia de sitios de agregación no registrados previamente y no protegidos en el Parque Nacional Cayos de San Felipe (PNCSF), región suroccidental de Cuba. La información tradicional obtenida de pescadores locales y trabajadores del parque se corroboró con muestreos cualitativos y cuantitativos de peces de arrecifes y datos de pesquerías locales del 2014. En la época de reproducción de pargos (mayo a julio) se observaron grupos de entre 40-100 ejemplares de *Lutjanus cyanopterus*, *Lutjanus synagris* y *Lutjanus jocu* en los arrecifes de la zona occidental del PNCSF (camellones entre 15-30 m de profundidad cerca del borde de la plataforma). Dentro de esa área, se señalan dos sitios que parecen ser utilizados para agregaciones de predesove, por lo que requieren protección y ser estudiados. Los censos cuantitativos confirmaron que en mayo y junio la zona occidental tiene densidad alta de pargos adultos. También, el pico de captura de estas especies ocurrió en la época reproductiva. Se comprobó que las pesquerías se realizaron durante las migraciones de peces hacia el borde de la plataforma en áreas de la zona occidental del PNCSF, y que más del 60% de los individuos tuvieron gónadas maduras (antes de desovar). Esta información debe incentivar el estudio de las agregaciones de desove en esta región de Cuba, la protección de especies amenazadas y áreas de alta significación ecológica y la implementación de pesquerías sostenibles.

Palabras clave: Región suroccidental de Cuba; rutas migraciones, desove, pesquerías.

Abstract

Fisheries based on reproductive aggregations can threaten species such as snappers that have gregarious behavior during the reproductive period. This note provides evidence to support the existence of aggregation sites, not previously registered and unprotected, in the National Park San Felipe Keys (NPSFK), southwestern region of Cuba. Traditional

information obtained from local fishermen and from the park staff was complemented with qualitative and quantitative fish reef censuses and local fisheries data in 2014. In the reproductive season of snappers (May to July) groups of between 40-100 specimens of *Lutjanus cyanopterus*, *Lutjanus synagris* and *Lutjanus jocu* were observed in the western area of the NPSFK on the reefs (spoor and grove between 20-30 m deep close to the platform edge). Within that area two sites are indicated that can be used for pre-spawning aggregation, so they require protection and study. Quantitative censuses confirmed that in May and June the western zone has high density of adult snappers. Also, the peak of capture of these snapper species occurred in the reproductive season. It was found that fisheries carried out during fish migrations to the edge of the shelf in areas of the western area of the NPSFK and more than 60% of the individuals had mature gonads (before spawning). This information should promote the study of spawning aggregations in this region of Cuba, the protection of threatened species and areas of high ecological significance and the implementation of sustainable fisheries.

Keywords: Southwest region of Cuba; migration routes; spawning, fisheries.

Introducción

Las agregaciones de desove son un fenómeno crítico para la resiliencia de poblaciones de peces con conducta gregaria (Sadovy de Mitcheson & Erisman, 2012; Erisman *et al.*, 2015). Entre ellas, las agregaciones de pargos (Lutjanidae) se consideran altamente vulnerables y sensibles a la pesca, debido a la concentración predecible de los peces en tiempo y espacio (Sadovy de Mitcheson, 2016). Estudios realizados en el Caribe de México (Riviera *et al.*, 2005; Castro-Pérez *et al.*, 2018), en Venezuela (Romero *et al.*, 2011) y en el Pacífico de Panamá (Vega *et al.*, 2016), también muestran la relevancia de las agregaciones para el mantenimiento de las pesquerías. En este sentido, las pesquerías de la región occidental del Golfo de Batabanó, Cuba, son un caso

de interés. Ellas basan su productividad en la existencia de agregaciones de desove de pargos y no están exentas de pesquerías en estado crítico o en declive, debido al uso de prácticas de pesca inapropiadas (Claro *et al.*, 2009; Sadovy de Mitcheson & Erisman, 2012).

En la región occidental del Golfo de Batabanó, Claro & Lindeman (2003) describieron dos sitios de desove de pargos (Fig. 1A): uno para *Lutjanus synagris* (biajaiba) y *Lutjanus analis* (pargo criollo) en arrecifes al sur de los Cayos de San Felipe (al sur de Cayo Coco, 21°54'–83°23'), y otro para *L. analis* en Cayo Los Indios (21°48'–83°14'). En el 2010 se creó el Parque Nacional Cayos de San Felipe (PNCSF), pero aún las características de las agregaciones reproductivas locales permanecen desconocidas y no se han protegido. Este trabajo ofrece información de la ictiofauna en los Cayos de San Felipe que corrobora el criterio de Claro & Lindeman (2003) sobre la existencia de agregaciones reproductivas de *L. synagris* y *L. analis*, y también, expone la localización de nuevos sitios de agregación de predesove de estas y otras especies de peces. La información brindada tiene utilidad para motivar investigaciones específicas sobre las agregaciones reproductivas de peces en el PNCSF, promover el manejo de áreas de significación ecológica alta e implementar pesquerías sostenibles en la región.

Métodos

Mediante intercambio informal y confidencial con pescadores y patronos de barcos pesqueros con vasta tradición de pesca dentro del PNCSF y la zona adyacente, se obtuvo información sobre las fechas y lugares asociados a rutas de migraciones y agregación de peces dentro y fuera del PNCSF. Además, se tomaron en cuenta observaciones cualitativas de la abundancia de peces en los arrecifes del PNCSF realizadas regularmente por trabajadores del PNCSF, investigadores y pescadores submarinos. La información empírica colectada por las vías anteriores se complementó con resultados de

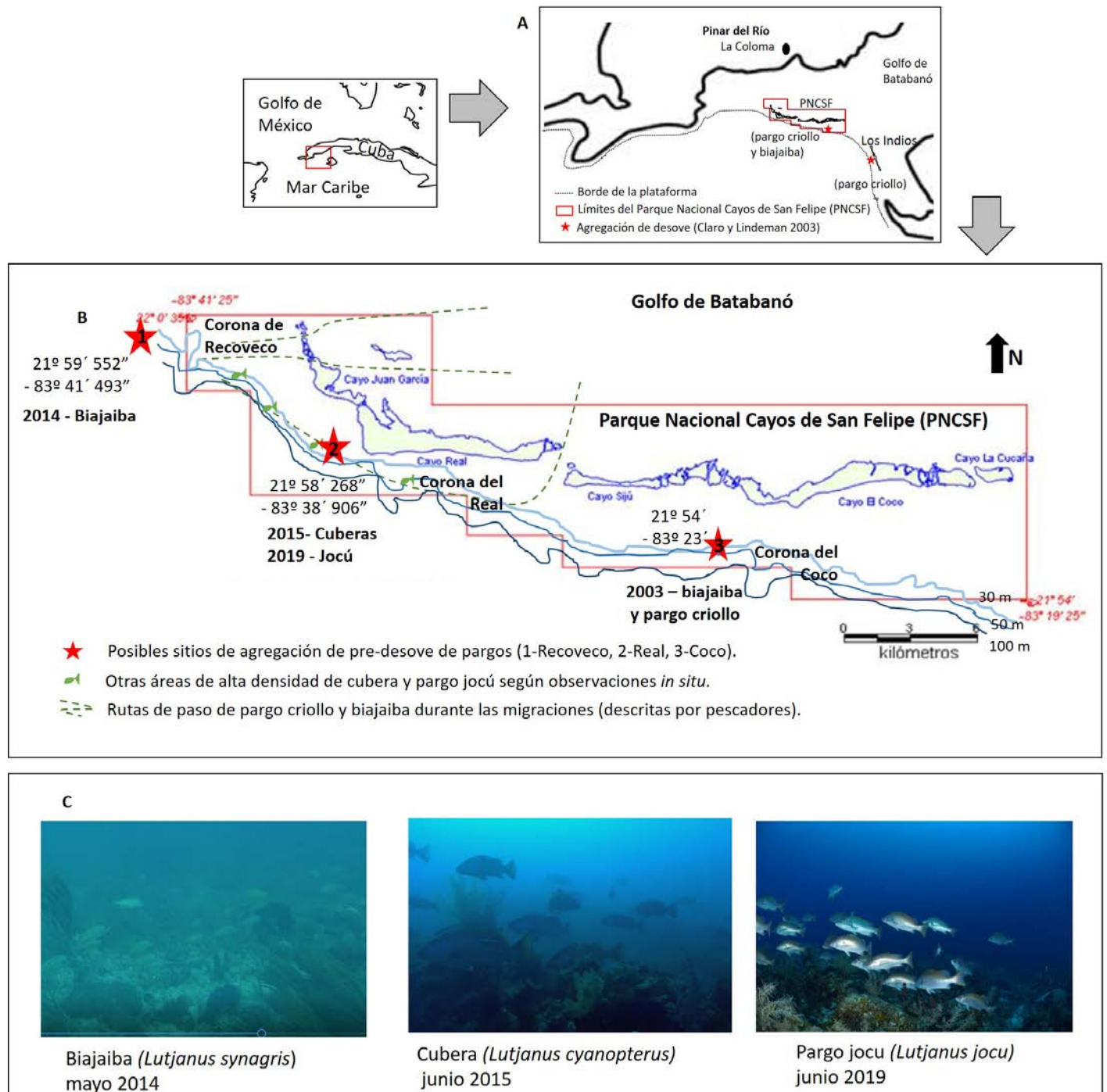


Fig. 1. Ubicación del Parque Nacional Cayos de San Felipe, Cuba (PNCFSF) y sitios de agregación. A): sitios de agregación de desove de pargos descritos por Claro y Lindeman (2003) en la región occidental del Golfo de Batabanó. B): Rutas migratorias y probables sitios de agregación de pre-desove de pargos en el PNCFSF. Se muestran las isobatas y la ubicación de “Coronas”. C): Fotografías de grupos de *L. synagris*, *L. cyanopterus* y *L. jocu* tomadas en arrecifes del PNCFSF.

censos cuantitativos de las asociaciones de peces en los arrecifes y con los resultados de muestreos de capturas de pargos realizadas en el área (desde la Coloma hasta el borde de la plataforma). Los estudios antes citados fueron diseñados para conocer las características generales de la ictiofauna y las pesquerías en el PNCSF, no específicamente para caracterizar las agregaciones. Este trabajo utiliza datos obtenidos de la familia Lutjanidae y dentro de ella, de *L. cyanopterus*, *L. synagris* y *L. analis*. Estas tres especies están incluidas en la lista roja de especies amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2020), la primera como vulnerable y las otras dos con categoría de especies casi amenazadas.

Los muestreos de captura se realizaron mensualmente de enero a diciembre del 2014 en colaboración con pescadores (pesca comercial estatal y no estatal, pesca comercial de autoconsumo estatal y pesca recreativa), durante las actividades de pesca o durante los desembarques en La Coloma (Guardia 2018; Guardia *et al.* 2018). Se obtuvo una muestra de 3879 individuos provenientes de 80 muestreos. En cada muestreo se registró la talla (largo de horquilla) y el estado de maduración de las gónadas de cada individuo por especies. Las gónadas femeninas y masculinas se analizaron por observación macroscópica. Cuando las gónadas estuvieron bien desarrolladas y con coloración intensa, se consideraron como gónadas maduras (García-Cagide *et al.*, 2001). Los individuos con gónadas maduras se clasificaron como capturados antes de desovar en esa temporada. Se calculó el porcentaje de individuos capturados por debajo de la talla de primera maduración (T_m), el porcentaje de individuos capturados por debajo de la talla óptima de captura (T_{opt}) y el porcentaje de peces capturados con gónadas maduras (antes de desovar). Los estimados de T_m y T_{opt} para *L. synagris* ($T_m=19$ cm, $T_{opt}=27.6$ cm) y *L. analis* ($T_m=52$ cm, $T_{opt}=54.3$ cm) fueron calculados con datos locales por Alvarez-Lajonchere (2014). Para *L. cyanopterus* ($T_m=59.8$ cm, $T_{opt}=65.2$ cm) se utilizó información

de FishBase (www.fishbase.org, Froese & Pauly 2011), pues no se encontraron datos locales.

Los censos cuantitativos de las asociaciones de peces en arrecifes, al sur de los Cayos de San Felipe, se efectuaron en noviembre de 2013, junio y noviembre de 2014 y junio de 2015 (Guardia 2018; Guardia *et al.* 2021). Los nueve sitios de muestreo se distribuyeron manteniendo distancia similar entre ellos, desde occidente hasta la zona oriental en el hábitat de camellones, entre 15 y 30 m de profundidad. En cada sitio de muestreo se filmaron, entre las 9 am y las 3 pm, 12 estéreo-video transectos de peces de 50 m de largo (100 m²). Las imágenes de los 535 transectos de peces filmados (260 en octubre-noviembre y 265 en mayo-junio) fueron procesadas posteriormente por personal especializado. En total se contaron, midieron (largo de horquilla) y clasificaron, a nivel de especie, 47792 individuos (17770 en octubre-noviembre y 30022 en mayo-junio). Entre ellos, 2196 pargos (496 en octubre-noviembre y 1700 en mayo-junio). Con los valores de talla y abundancia numérica se calculó el peso de los individuos. Para el cálculo de la biomasa se emplearon las relaciones largo-peso descritas en la base FishBase (www.fishbase.org, Froese & Pauly, 2011). A partir de la muestra de transectos, agrupados por zona (occidental y oriental) y por época del año (junio – noviembre), se calcularon los promedios de densidad (indv./100m²), talla (cm) y biomasa (g/100m²) de la familia Lutjanidae y especies seleccionadas. La significación estadística de las diferencias observadas se determinó con PERMANOVA unifactorial. Se aplicó PAIR-WISE test para detectar diferencias entre las medias.

Resultados y discusión

Hubo concordancia en la información empírica obtenida, los muestreos de capturas y los censos en arrecife. Todas las fuentes señalaron que los pargos fueron abundantes en la región Central y Occidental del PNCSF, especialmente entre abril y julio. Esta temporada coincide con la época reproductiva de pargos,

según García-Cagide *et al.*, (2001) y Claro & Lindeman (2003).

Migraciones

Se determinó que *L. analis* y *L. synagris* pasan por canales entre los cayos de la región centro-occidental del PNCSF en su ruta migratoria hacia los sitios de predeseove en el borde de la plataforma (Fig. 1B). La ubicación de estos tramos de su ruta migratoria se comprobó al observar los barcos de pesca realizar capturas masivas al norte de los canales entre los Cayos de San Felipe, durante los días de migraciones y al analizar sus capturas. La migración reproductiva de *L. synagris* también fue criterio unánime de pescadores, quienes plantean que la especie es abundante en abril, mayo y junio, y que sus capturas se intensifican durante la migración. Refieren que la migración comienza tres días antes de luna llena en dirección sur, desde los manglares y fondos blandos con pastos marinos (seibadal) en la costa cercana a la Coloma, hasta la zona de desove en el borde de la plataforma en los Cayos de San Felipe. El regreso ocurre tres días después de luna llena en dirección norte, desde el borde de la plataforma hacia la costa al terminar el desove.

El análisis de las capturas mensuales de La Coloma mostró que el 95% de la captura anual de *L. synagris* se obtuvo entre junio y julio, el 84% de *L. analis* entre abril y junio, y el 50% de *Lutjanus cyanopterus* entre mayo y junio (Fig. 2A). Estas capturas fueron realizadas principalmente con redes (malla 30 ó 40 cm, más de 300 m) durante las migraciones, y un alto porcentaje se capturó en la región noroccidental del PNCSF. Otras artes de pesca empleadas fueron las nasas, jaulas-palangre y cordel con anzuelo en arrecifes al norte (cabezos de coral 3-4 m de profundidad) y al sur (10-15 m de profundidad) de los cayos. La pesca submarina (modalidad de pesca recreativa) se realizó generalmente en arrecifes al sur de los cayos, entre 15-25 m de profundidad. Este resultado es un indicativo de que los pargos se pescan en época de desove y que, por tanto, mantener estas prácticas de pesca puede afectar la viabilidad de algunas de sus poblaciones.

El elevado porcentaje de individuos capturados en la ruta de migración, con tallas inferiores a las recomendadas y con gónadas maduras (Fig. 2B), es otro resultado que también puede indicar una amenaza potencial para los stocks de pesca, para las agregaciones y para las pesquerías. El análisis por especies mostró que menos

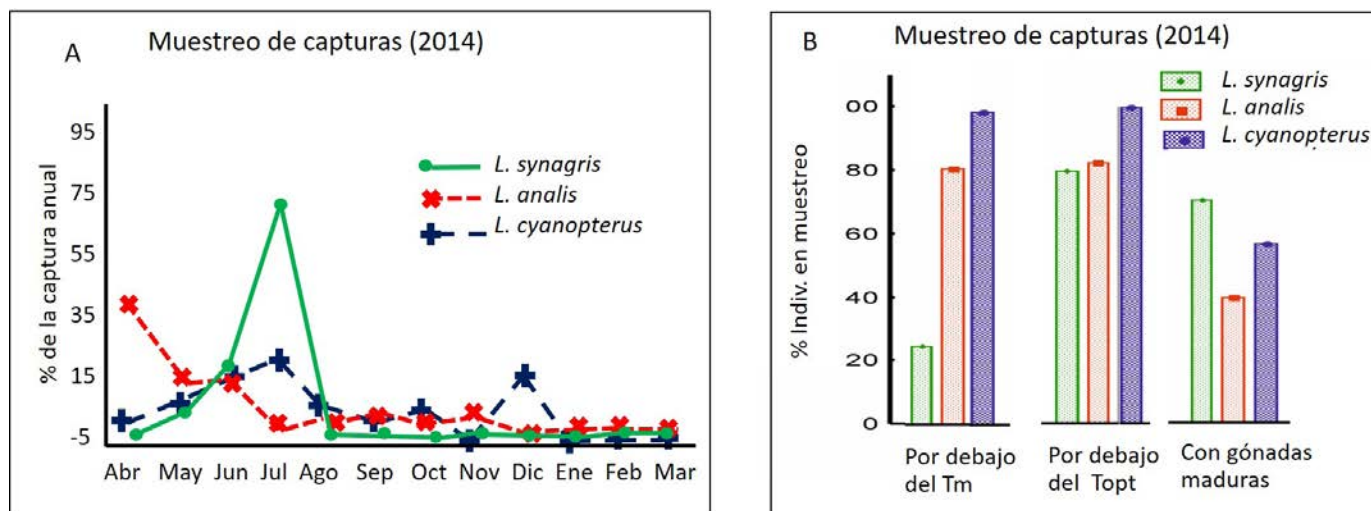


Fig. 2. Muestreo de capturas de pargos (2014) en el Parque Nacional Cayos de San Felipe, Cuba. (A): Variación mensual del porcentaje de captura de tres especies de Lutjanidae. (B): Indicadores de pesca para tres especies de Lutjanidae: (Tm)- talla media de primera maduración, (Topt)- Talla óptima de captura, (gónadas maduras)- % capturados antes de desovar en esta temporada.

del 25% de la captura de *L. synagris* estuvo por debajo de la Tm (19 cm), pero cerca del 80% estuvo por debajo de la Topt (27.6 cm), y de una muestra de 1337 individuos, el 70% fue capturado con gónadas maduras antes de desovar en esa temporada. Para *L. cyanopterus*, más del 98% estuvo por debajo de la Tm (59.8 cm) y de la Topt (65.2 cm) y cerca del 65% de 291 individuos examinados fueron capturados con gónadas maduras. La captura de *L. analis* mostró que cerca del 80% estuvo por debajo de la Tm (52 cm) y de la Topt (54.3 cm), y que aproximadamente el 40% de 354 individuos examinados fue capturado con gónadas maduras.

Sitios de pre-desove

Se considera que la presencia de una agregación se puede verificar al cuantificar un incremento en varias veces (más del triple) de la densidad y/o la biomasa, en sitios y momentos muy específicos (Domeier & Colin 1997; Heyman & Kobara, 2012). En el muestreo de la ictiofauna en el PNCSF (con transectos lineales de banda), se encontró 3.4 veces más individuos de la familia Lutjanidae en la época reproductiva (mayo-junio) que en la época no reproductiva. Además, se encontraron diferencias entre las muestras de densidad ($F(3,525)=3.027$ $P(\text{perm})=0.0004$, 9923) y biomasa ($F(3,523)=7.74$ $P(\text{perm})=0.0001$, 9930). En la muestra de mayo-junio en la región occidental, la densidad (7.5 ± 20.42 indiv./100 m²) y la biomasa (12.3 ± 72.43 kg/100 m²) de Lutjanidos fueron mayores (Fig 3A). En general, *L. synagris* estuvo entre las especies dominantes en función de la densidad (530 individuos en 41 transectos) y *L. cyanopterus* fue la especie dominante en función de la biomasa (153 individuos en 15 transectos y aportó el 38 % de la biomasa total de peces). La densidad de *L. analis* (15 individuos en 10 transectos) fue relativamente baja, pero la especie solo se observó en la zona occidental. De igual forma, la biomasa de las tres especies de Lutjanidae mostró tendencia a ser mayor en la zona occidental, especialmente en la época reproductiva (Fig. 3B). En mayo-junio la biomasa de *L. synagris* ($0,2 \pm 1,45$ kg/100 m²)

fue alrededor de 10 veces mayor que en octubre-noviembre y la de *L. analis* (0.06 ± 0.44 kg/100 m²) fue cinco veces mayor. Para *L. cyanopterus* la biomasa en la época reproductiva (5.1 ± 50.42 kg/100 m²) fue aproximadamente dos veces mayor que en la época no reproductiva.

La tasa de incremento observada en la abundancia, en la época reproductiva con relación a la no reproductiva, pudiera ser más precisa si el muestreo se hubiera realizado con el método apropiado para estudiar la agregación en el momento y lugar precisos. El censo visual convencional con transectos de banda se considera muy inapropiado para el conteo de peces altamente agregados, siendo más recomendado el conteo total de peces en todo el sitio de agregación para evitar subestimación de la abundancia (Domeier *et al.*, 2002). Esto fue evidente en el caso de *L. cyanopterus*, donde la mayor parte de los individuos observados estuvieron fuera del transecto. Además, los valores promedios para la región centro-occidental (73 km² de extensión) consideran los cardúmenes de pargo que aparecieron de forma inesperada dentro de algunos transectos, por lo que no reflejan la abundancia real que pudiera existir en un sitio específico de desove en esta región.

Los resultados anteriores demuestran que toda la región centro-occidental del PNCSF y la zona occidental adyacente a este, tiene alta importancia para la reproducción de pargos. No obstante, dentro de esa región, la observación de grupos grandes de pargos se repitió en sitios específicos localizados cerca de accidentes geomorfológicos del fondo, conocidos como "Coronas" o promontorios en Cuba (Fig. 1B). Esto coincide con lo registrado en otras zonas del sur de la Florida y el Caribe, donde se reporta fidelidad alta del desove en sitios muy específicos asociado a esta particular geomorfología del fondo, cuya curvatura genera patrones de corriente determinantes como hábitats de reproducción de pargos (Heyman & Kobara, 2012; Farmer *et al.*, 2017). Por esto, además del sitio descrito por Claro & Lindeman (2003) cerca de la corona del Coco, los resultados de este trabajo sugieren la probable existencia

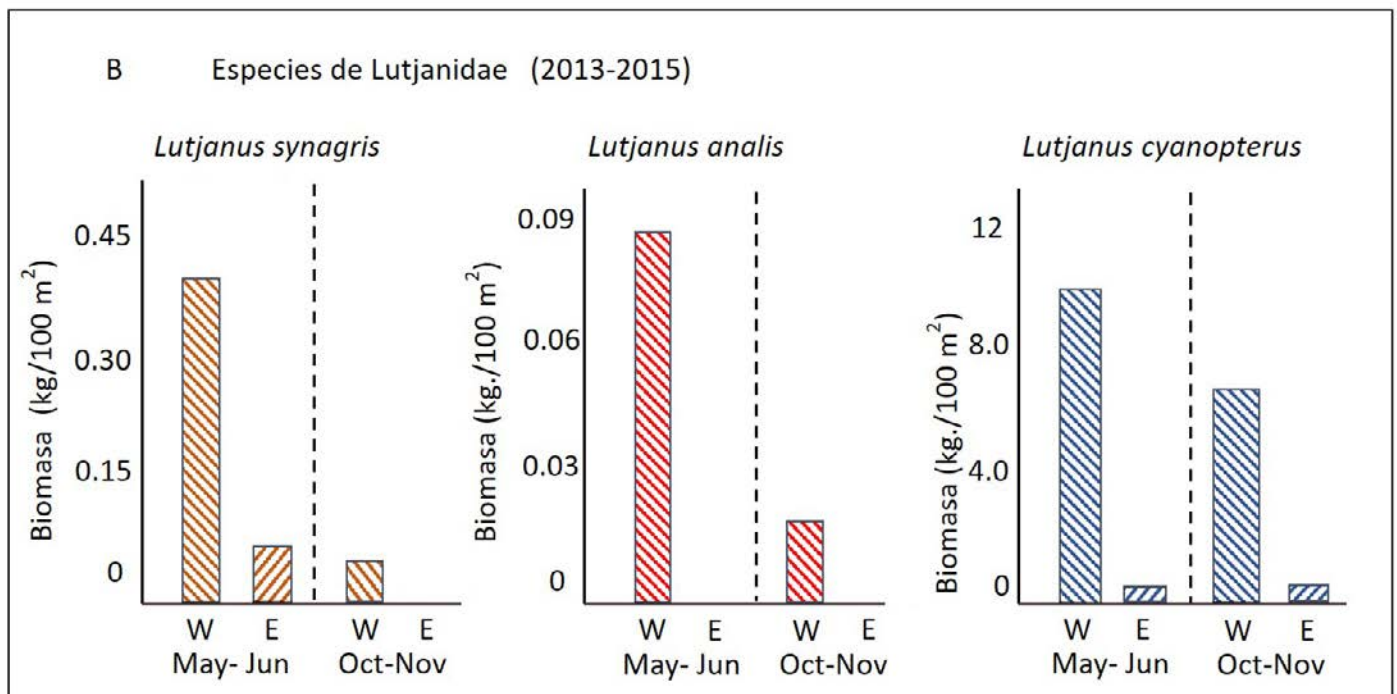
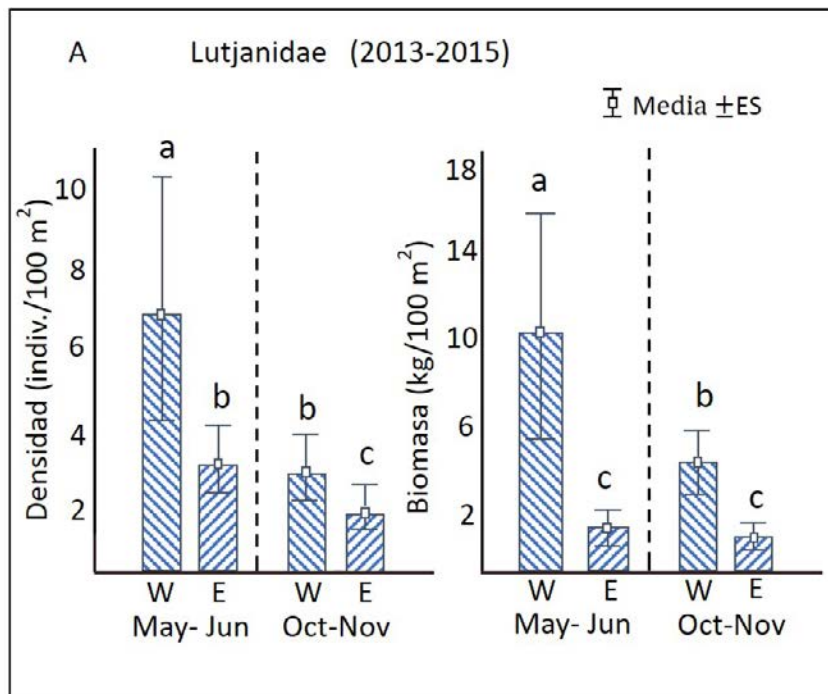


Fig. 3. Muestreo independiente de la pesca en arrecifes del Parque Nacional Cayos de San Felipe, Cuba. Los datos fueron agrupados por áreas geográficas (W-zona occidental y E- zona oriental) y épocas del año (dos muestreos en Mayo-Junio y dos en Octubre-Noviembre). (A): Densidad y biomasa para Lutjanidae (PERMANOVA unifactorial, las letras sobre las barras indican grupos estadísticamente homogéneos según PAIR-WISE test). (B): Biomasa de tres especies de Lutjanidae.

dos sitios nuevos de agregación de desove de múltiples especies de pargos (*L. cyanopterus*, *L. jocu*, *L. synagris* y *L. analis*) en arrecifes al sur de los cayos. Estos son:

Corona de Recoveco: Entre mayo y junio, *L. synagris* fue muy común y abundante en arrecifes desde el sur de Cayo Juan García, hasta aproximadamente 6 km al oeste del límite occidental del PNCSF (aproximadamente 2.5 km² de extensión). No obstante, en el área más occidental conocida como “Corona de Recoveco” (latitud N 21°59'552'' y longitud W 83°41'493'') fue donde se observaron con mayor frecuencia los grupos grandes (Fig. 1B). Por ejemplo, en mayo 2014 se observaron grupos de entre 100-200 individuos de *L. synagris* en los arrecifes a 15 - 20 m de profundidad en las cercanías de esta corona (Fig. 1C). A esta profundidad, el fondo es rocoso, de pendiente ligera con formaciones de camellones de entre 1-1.5 m de altura, con refugios pequeños y escasas cuevas o túneles. La corriente en el fondo tiende a ser fuerte con dirección hacia el talud, y la turbidez del agua comúnmente fue de media a alta (entre 3-10 m de visibilidad horizontal en el fondo). Se observó abundancia de esponjas y gorgonias y el cubrimiento del sustrato por corales vivos varió entre el 10 y el 15 %, con dominancia de especies de los géneros *Orbicella*, *Siderastrea*, *Porites* y *Agaricia*. En los grupos de *L. synagris*, los individuos se mantuvieron apenas sin movimiento muy cerca del fondo, sobre los camellones o entre ellos. En Recoveco, la pesca de *L. synagris* se realiza con cordel y anzuelo y se pudo comprobar la alta densidad de embarcaciones pescando en junio y julio. Los ejemplares analizados en estas capturas tuvieron talla promedio de 23.5 cm, por arriba del largo de maduración (19 cm) y más del 87% de individuos capturados tuvieron gónadas maduras.

Los pescadores submarinos refieren que en mayo se han observado agregaciones de *L. analis* en el área de la Corona de Recoveco. Este mes coincide con el pico de desove de *L. analis* registrado por Claro & Lindeman (2003) en la región sur-occidental de Cuba y en el sitio de desove descrito por esos autores en la región centro-oriental del PNCSF. En la Corona de Recoveco, las

agregaciones se han ubicado cerca de los sitios de mayor concurrencia de *L. synagris*, pero a mayor profundidad en las inmediaciones del borde de la plataforma. Ahí los camellones están bien desarrollados, con numerosas solapas y cavernas que ofrecen abundantes refugios para peces de talla grande. La plataforma termina cerca de los 30-40 m de profundidad, en una pendiente abrupta (aproximadamente 70° de inclinación) que colinda con más de 100 m de profundidad, donde aparecen escalones ocasionales con pináculos de corales que forman un hábitat complejo con túneles y canales. En este sitio, la pesca submarina de pargos se realiza entre 25 y 40 m de profundidad durante el período de agregación.

Corona del Real: En la zona de arrecifes, desde el sur de Cayo Juan García hasta Sijú, fueron abundantes *L. jocu* y *L. cyanopterus*. El área tiene aproximadamente 3 km² de extensión, y dentro de ella las diferentes fuentes coincidieron en señalar que entre mayo y junio la mayor concurrencia de individuos tiene lugar relativamente cerca de la “Corona del Real” (latitud N 21°58'268'' - longitud W 83°38'906''), entre 25-30 m de profundidad y cerca del borde de la plataforma (Fig. 1B). En ese sitio se observaron en junio de 2015 grupos de más de 40-60 individuos de *L. cyanopterus* y en mayo-junio de 2019, grupos de 30-50 ejemplares de *L. jocu* (Fig. 1C). La talla de los individuos dentro de estos grupos fue de más de 50 cm de largo, lo que se corresponde con adultos. Además, en más del 70 % de los ejemplares capturados por pescadores submarinos durante ese período (muestra de 45 ejemplares de ambas especies) se encontraron gónadas maduras. Un porcentaje similar de individuos con gónadas maduras fue encontrado por Heyman & Kjerfve (2008) en agregaciones de pargos en Belice. Esos autores, lo consideraron como una evidencia indirecta de la existencia de un sitio de desove.

Los individuos observados en los grupos de *L. cyanopterus* se mantuvieron nadando en círculos amplios aproximadamente a una distancia de 1-3 m del fondo, sobre los camellones en los muy cerca del borde de la

plataforma. Heyman & Kjerfve (2008) describieron esta conducta para *L. jocu* y, al igual que Heyman, & Kobara, (2012), también ubicaron el sitio de desove en promontorios sobre el borde de la plataforma para *L. cyanopterus*, *L. jocu* y *L. analis*. En el área donde se observaron los cardúmenes de *L. cyanopterus*, los arrecifes se caracterizan por la alta complejidad estructural, con camellones de 2-2.5m de altura y túneles y solapas abundantes. En la zona son frecuentes las “pozas”, fondo de arena rodeadas por montículos de roca que pueden tener hasta 2 m de altura (profundidad en la poza entre 20 y 30 m). Estos camellones terminan en el talud de la plataforma, donde la pared presenta pendiente abrupta y es escalonada, formando balcones. El cubrimiento del sustrato por corales vivos varió entre el 15 y el 20%, con dominancia de especies de los géneros *Orbicella*, *Siderastrea*, *Porites* y *Agaricia*. La zona se caracteriza por corrientes fuertes hacia el talud y transparencia que puede variar desde 20-25 m de visibilidad horizontal en el fondo, hasta cerca de 10 m de visibilidad. En esta área la pesca de pargos se realiza con cordel y anzuelo y con arpón. Los pescadores submarinos confirmaron la observación de concentraciones de pargos desde mediados de junio hasta agosto.

También se encontró información no confirmada de que otras especies gregarias, como los meros (*Mycteroperca* y *Epinephelus*), incrementan su abundancia en determinados meses dentro de la zona occidental del PNCSF, al sur de los cayos Juan García, Real y Sijú. Esta información puede ser relacionada con la referencia de un sitio de agregación de *Epinephelus striatus* descrito al sur de La Coloma, que probablemente alude a los Cayos de San Felipe (Vilaró Díaz, 1884 en Claro & Lindeman, 2003). No se descarta también la posible existencia de agregaciones de desove de *Megalops atlanticus*. Un grupo de aproximadamente 300 individuos, con tallas superiores a 1.5 m, fue observado en mayo 2010 en camellones a 20 m de profundidad cerca de la Corona del Real (latitud N 21°57'069''- longitud W 83°36'407''). Por esto, se considera probable que los sitios de agregación descritos en este trabajo para los pargos sean

de uso compartido por parte de varias especies en épocas del año diferentes. Esto es frecuente en otras regiones del Caribe. Por ejemplo, en las Islas Vírgenes se observó para *Epinephelus guttatus*, *E. striatus*, *Mycteroperca venenosa* y *L. synagris* (Sadovy, 1996) y en Belice para *E. striatus*, *Mycteroperca bonaci* y *L. jocu* (Carter, 1989).

Para concluir, se resalta que la información presentada en esta nota indica que los Cayos de San Felipe tienen importancia ecológica para la reproducción de especies de pargos y, probablemente, para otras especies de peces. Sin embargo, los vacíos de información que aún persisten sobre las agregaciones reproductivas de peces deben ser llenados para lograr su correcta protección.

Se recomienda incorporar en los programas del PNCSF acciones de investigación, monitoreo y manejo específicamente dirigidas a las agregaciones reproductivas de las diversas especies. Muestreos de la ictiofauna dependientes de la pesca pueden apoyar la identificación de los patrones de movimientos, específicamente a localizar los corredores migratorios hasta los sitios de agregación y su retorno hacia las zonas de refugio y alimentación. Muestreos de ictioplancton contribuyen a dilucidar con precisión la localización, el período de ocurrencia para detectar los momentos (periodos del año y fases lunares señaladas) y las áreas de desove de las diversas especies. A su vez, realizar estudios histológicos de las gónadas, mediante muestreos experimentales en las inmediaciones de las áreas y fechas detectadas como de congregación de individuos en pre-desove, permitan estimar con mayor precisión la cercanía de las zonas de desove de las diversas especies. Sería conveniente realizar un mapeo de las agregaciones para definir la extensión de la agregación y el área que abarca. También, monitoreos de la ictiofauna independientes de la pesca permiten la caracterización del tamaño y la conducta de los grupos y ofrecen oportunidades para observar el desove (prueba directa de la existencia del sitio), conocer las horas del día en que desovan las diferentes especies y la fidelidad a los sitios. El monitoreo debe hacerse de acuerdo al patrón temporal de ocurrencia de la

agregación y de forma periódica durante la temporada de no desove, para tener registros del sitio de agregación fuera del periodo de agregación. También, se requiere estudiar los procesos ecológicos como el reclutamiento y la sobrevivencia asociados a los sitios y obtener datos topográficos y oceanográficos del área. Para fomentar el manejo sostenible es conveniente promover la modificación de los límites del PNCSF, a fin de lograr la inclusión de los sitios de agregación dentro del área protegida e implementar el manejo de la pesquería que se ejerce sobre el proceso reproductivo.

Agradecimientos

Agradecemos al programa de doctorado en Ciencias Marinas de CINVESTAV-Unidad Mérida (FOMIX- clave 00000000247043) y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) de México por el financiamiento recibido para la beca de Doctorado 307812. Agradecemos también a los trabajadores del PNCSF y el apoyo financiero y en equipamiento recibido del Fondo Global para Medioambiente, de la operación WALLACEA en Cuba, de la Empresa para la Protección de la Flora y la Fauna, del Centro Nacional de Areas Protegidas de Cuba y del Centro de Investigaciones Marinas de la Universidad de La Habana. Especialmente reconocemos la contribución de Rodolfo Claro a la interpretación de resultados y en las revisiones al documento. También a Lázaro García-López por su gran apoyo en la toma de datos.

Declaraciones

Contribución de autores

Conceptualización, EG, LE y ZHG; Metodología, EG, LE y ZHG; Software, EG, LE, DCR; Validación, ZHG, LE y EG; Investigación, EG, LE y ZHG; Curación de datos, EG, DCR; Escritura – “Original” Preparación del borrador, EG; Escritura - Revisión y edición, LE, ZHG, DCR y JEAG; Supervisión, JEAG; Administración del proyecto, ZHG y LE; Adquisición de fondos, EG, JEAG.

Financiamiento

Esta investigación recibió financiamiento del Programa de doctorado en Ciencias Marinas de CINVESTAV-Unidad Mérida (FOMIX clave 00000000247043); Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) de México para la beca de Doctorado 307812; Fon-do Global para Medioambiente, de la operación WALLACEA en Cuba.

Conflicto de intereses

No existen conflicto de intereses financieros o no financieros que declarar que sean relevantes para el contenido del manuscrito.

Comportamiento ético

Se han seguido todas las recomendaciones aplicables tanto internacionales, nacionales como institucionales relacionadas con el uso y manejo de animales para la investigación.

Permisos de muestreo y otros permisos

El autor ha recibido de las autoridades pertinentes los permisos necesarios para realizar los muestreos.

Referencias

- Alvarez-Lajonchere, L. (2014). Tallas mínimas legales para peces en las pesquerías costeras cubanas *Rev. Invest. Mar.*, 34(1), 81-103.
- Carter, J. (1989). Grouper sex in Belize. *Nat. Hist.*, Oct 1989, 61-68.
- Castro-Pérez, J.M., Arias-González, J.E., Acosta-González, G., Defeo, O. (2018). Comparison of catch, CPUE and length distribution of spawning aggregations of mutton snapper (*Lutjanus analis*) and grey triggerfish (*Balistes capricus*) on a Mesoamerican coral reef. *Lat. Am. J. Aquat.*, 46(4), 717-726.
- Claro, R., Lindeman, K.C. (2003). Spawning aggregation sites of snapper and grouper species (*Lutjanidae* and *Serranidae*) on the insular shelf of Cuba. *Gulf Caribb. res.*, 14, 91-106.

- Claro, R., Sadovy de Mitcheson, Y., Lindeman, K.C., García-Cagide, A. (2009). Análisis histórico del esfuerzo pesquero comercial cubano y los efectos de las intervenciones de manejo en peces de arrecife importantes: 1960-2005. *Fish. Res.*, 99, 7-16.
- Domeier, M.L., Colin, P.L. (1997). Tropical reef fish spawning aggregations: Defined and reviewed. *Bull. Mar. Sci.*, 60, 698-726.
- Domeier, M.L., Colin, P.L., Donaldson, T.J., Heyman, W.D., Pet J.S., Russell, M., Sadovy, Y., Samoilys, M.A., Smith, A., Yeeting, B.M., Smith, S. (2002). *Transforming Coral Reef Conservation: Reef Fish Spawning Aggregations Component*. Working Group Report 22 April 2002. Society for the Conservation of Reef Fish Aggregations.
- Erisman, B., Heyman, W., Kobara, S., Ezer, T., Pittman, S., Aburto-Oropeza, O., Nemeth, R.S. (2015). Fish spawning aggregations: where well-placed management actions can yield big benefits for fisheries and conservation. *Fish Fish.*, 1-17. doi:10.1111/faf.12132
- Farmer, N.A., Heyman, W.D., Karnauskas, M., Kobara, S., Smart, T.I., Ballenger, J.C., et al. (2017). Timing and locations of reef fish spawning off the southeastern United States. *PLoS ONE* 12(3): e0172968. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0172968>
- Froese, R., Pauly, P. Editors (2011). *FishBase*. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (04/2013).
- García-Cagide, A., Claro, R., Koshelev, B.V. (2001). Reproductive Patterns of Fishes of the Cuban Shelf. In R. Claro, K.C. Lindeman and L.R. Parenti (Eds.), *Ecology of Marine Fishes of Cuba* (pp. 73-114). Smithsonian Institution Press, Washington, DC.
- Guardia, E. (2018). *Evaluación ecológica de la condición y uso de los arrecifes coralinos en el Parque Nacional Cayos de San Felipe, Cuba*. (Tesis presentada en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Biológicas), CINVESTAV- Unidad Mérida, Yucatán, México.
- Guardia, E., Giménez-Hurtado, E., Defeo O., Angulo-Valdés, J., Hernández-González, Z., Espinosa-Pantoja, L., García-López, L., Arias-González, J.E. (2018). Indicators of overfishing of snapper (Lutjanidae) populations on the southwest shelf of Cuba. *Ocean. Coast. Manag.*, 153, 116-123.
- Guardia, E., Perera-Valderrama, S., Cobián-Rojas, D., Espinosa-Pantoja, L., García-López, L., Hernández-González, Z., Angulo-Valdés, J. (2021). Comparison of Cuban coral and reef fish assemblages recorded by visual census and underwater stereo-video technique. *Ecol. Indic.*, 121, 107220.
- Heyman, W.D., Kjerfve, B. (2008). Characterization of transient multi-species reef fish spawning aggregations at Gladden Spit, Belize. *Bull. Mar. Sci.*, 83, 531-551.
- Heyman, W., Kobara, S. (2012). *Geomorphology of Reef Fish Spawning Aggregations in Belize and the Cayman Islands (Caribbean)*. GeoHAB Atlas of Seafloor Geomorphic Features and Benthic Habitats, 2012, 387-396. Doi: 10.1016/B978-0-12-385140-6.00026-8
- IUCN (2020). *Red List of Threatened Species*. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources. www.iucnredlist.org, 2020-1.
- Riviera, J.A., Prada, M.C., Arsenault, J., Moody, G., Benoit, N. (2005). Detection of fish spawning aggregation from reef habitats mapped with high resolution side scan sonar imagery. *Proc. 56th Gulf and Caribbean Fisheries Institute*, 56, 431.
- Romero, M.A., Boomhower, J.P., Posada, J.M., Heyman, W.D. (2011). Identificación de sitios de agregaciones de desove de peces a través del conocimiento ecológico local de los pescadores en el Parque Nacional Archipiélago Los Roques, Venezuela. *Interciencia.*, 36 (2), 88-95.
- Sadovy de Mitcheson, Y. (2016). Mainstreaming Fish Spawning Aggregations into Fishery Management Calls for a Precautionary Approach. *Biosci.*, X, 1-12. doi: 10.1093/biosci/biw013
- Sadovy de Mitcheson, Y., Erisman, B. (2012). Fishery and biological implications of fishing spawning aggregations and the social and economic importance

- of aggregating fishes. In Y. Sadovy de Mitcheson and P.L. Colin (Eds.), *Reef Fish Spawning Aggregations: Biology, Research and Management. Fish Fish.*, 35, 225-284.
- Sadovy, Y. (1996). Reproduction of reef fishery species. In: N.V.C. Polunin and C.M. Roberts (Eds.), *Reef Fisheries* (pp. 15-59). Chapman and Hall, London, UK
- Vega, A.J., Maté, J.L., Robles, Y.A.P. (2016). *Primer Reporte de Agregaciones de Desove para los Pargos Seda (Lutjanus peru) (Nicholson y Murphy, 1992) y Mancha (L. guttatus) (Steindachner, 1869) en el Parque Nacional Coiba, Pacífico de Panamá.* Proceedings of the 68th Gulf and Caribbean Fisheries Institute November 9 - 13, 2015 Panama City, Panama. 68, 112-117.

Como citar este artículo

Hernández-González, Z., Espinosa, L., de la Guardia, E., Cobián-Rojas, D., Arias-Gonzalez, J.E. (2022). Sitios de agregación reproductiva de pargos (Lutjanidae) en el Parque Nacional Cayos de San Felipe, Cuba . *Rev. Invest. Mar.*, 42(1), 54-65.