
CICLO REPRODUCTIVO DE LA ESPECIE LUTJANUS PERU (NICHOLS Y MURPHY, 1922), ASPECTOS MICROSCÓPICOS DEL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE LOS OVOCITOS

TECNOCIENCIA

Red snapper *Lutjanus peru* (Perciformes: Lutjanidae),
microscopic development of oocytes. Panama.

Pacheco Rovira, Lucas R; Pacheco Tack, Ricaurte L.; Rodriguez-Martínez, Carmen

Lucas R Pacheco Rovira
lpacheco@coiba.org.pa
Estación Científica COIBA AIP, Panamá
Ricaurte L. Pacheco Tack
ricaurtepachecotack@gmail.com
Universidad de Panamá, Panamá
Carmen Rodriguez-Martínez
ccrm07@hotmail.com
Universidad de Panamá, Panamá

Tecnociencia
Universidad de Panamá, Panamá
ISSN: 1609-8102
ISSN-e: 2415-0940
Periodicidad: Semestral
vol. 23, núm. 2, 2021
Luis.rodriguez@up.ac.pa

Recepción: 07 Enero 2021
Aprobación: 17 Junio 2021

URL: <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/224/2242372007/index.html>

Resumen: *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy, 1922) es una especie importante para la pesca artesanal, industrial y recreativa. El objetivo principal fue describir a nivel microscópico el ciclo de madurez de las hembras del pargo rojo/seda. Este análisis histológico nos permite deducir que *Lutjanus peru* tiene un período de reproducción espaciado que coincide con la temporada de lluvias, con un pico en junio. Las muestras de cortes histológicos fueron preparadas con la rutina de tinción de hematoxilina-eosina. Observamos que en una década (1990-1999) las longitudes totales promedio de la hembra del pargo de seda han disminuido, esto permite entender la necesidad de mejorar las medidas de manejo de la especie, con especial atención en la supervisión continua y cuidadosa de las capturas, del esfuerzo de pesca y de la selectividad para prevenir o controlar la captura de los especímenes menores a 40 cm.

Palabras clave: pargo, reproducción, ovocito, madurez, largo total.

Abstract: Snappers are edible fish of great commercial importance in Panama since their meat is highly appreciated for its excellent texture and taste; all species in the family are commercially exploited. *Lutjanus peru* (Nichols and Murphy, 1922) is an important species for the artisanal, industrial and recreational fisheries. The main objective was to describe at microscopic level the cycle of ripeness of the females of the red / silk snapper. Samples of histological cuts were prepared with the Hematoxin-Eosin's dye routine. Due to the presence of oocytes at different stages of maturation throughout the year, this histological review allows us to deduce that *Lutjanus peru* has a spaced reproduction period that coincides with the rainy season, with a peak in June and most likely another spawning period towards November and December. Red snapper's, has a reproductive period spread with a maximum gonadal maturation in June. As we find evidence that the total length (Lt) of catches has decreased and that most of the captured females are young specimens, this implies the need to improve management measures.

Lutjanus peru (Nichols y Murphy, 1922) es una especie importante para la pesca artesanal, industrial y recreativa.

El objetivo principal fue describir a nivel microscópico el ciclo de madurez de las hembras del pargo rojo/seda. Este análisis histológico nos permite deducir que *Lutjanus peru* tiene un período de reproducción espaciado que coincide con la temporada de lluvias, con un pico en junio. Las muestras de cortes histológicos fueron preparadas con la rutina de tinción de hematoxilina-eosina. Observamos que en una década (1990-1999) las longitudes totales promedio de la hembra del pargo de seda han disminuido, esto permite entender la necesidad de mejorar las medidas de manejo de la especie, con especial atención en la supervisión continua y cuidadosa de las capturas, del esfuerzo de pesca y de la selectividad para prevenir o controlar la captura de los especímenes menores a 40 cm.

Keywords: snapper, reproduction, oocyte, ripeness, total length.

Resumen: RESULTADOS

Descripción histológica

Las observaciones con respecto a las 4 fases del ciclo reproductivo de las hembras del pargo seda se describen a continuación.

Fase I (crecimiento primario): los ovocitos en esta fase tienen una baja cantidad de citoplasma basófilo que se tiñe de violeta y un diámetro que oscila entre 13 y 68 μm , con un promedio de 35 μm . El núcleo (vesícula germinal) es fácilmente distinguible, esférico, de posición central; con uno o dos nucléolos grandes. Se acepta que en este período los eventos a nivel cromosómico se detienen en el diploteno de la primera división meiótica y, además, se producen numerosos orgánulos membranosos, principalmente mitocondrias. Al final, la ovogonia se transforma en un ovocito primario y se establece el folículo inicial.

Palabras clave: pargo, reproducción, ovocito, madurez, largo total.

INTRODUCCIÓN

La mayoría de los pargos son especies demersales que habitan aguas someras de profundidad intermedia, hasta los 100 metros, en las zonas costeras de regiones tropicales y subtropicales, aunque hay especies que habitan aguas de mayor profundidad (Robertson y Allen, 2015). Son depredadores, generalmente activos por la noche y se alimentan de una amplia variedad de organismos; sin embargo, los peces predominan en la dieta de la mayoría de las especies de pargos; otros alimentos comunes incluyen crustáceos, cefalópodos, gasterópodos, y organismos planctónicos, principalmente urocordados (Robertson y Allen, 2015). La familia LUTJANIDAE está compuesta por 114 especies (Fricke et al., 2020), agrupadas en 17 géneros distribuidos en todos los mares tropicales y subtropicales. En aguas jurisdiccionales del Pacífico de la República de Panamá, podemos encontrar 10 especies, de las cuales 9 corresponden al género *Lutjanus* y 1 al género *Hoplopagrus* (Allen y Robertson, 1994; Robertson y Allen, 2015; Garcés, 2021).

La especie *Lutjanus peru* tiene una amplia distribución latitudinal en la costa del Pacífico americano desde los 25° N hasta los 16° S. Los pargos en general se suelen pescar casi todo el año en cualquier parte de la costa, salvo en áreas marinas protegidas donde la pesca no está permitida o está vedada durante algunos periodos como ocurre en la Zona Especial de Protección Marina y el Parque Nacional Coiba. En áreas que no están sujetas a ninguna normativa especial, el grupo de pargos suele constituir parte de las capturas de una amplia variedad de artes y modalidades de pesca, tanto de pesca artesanal, como industrial y recreativa. Además desde

1992, está prohibida para su captura, el uso de trasmallos y redes agalleras en las aguas jurisdiccionales de Panamá (Decreto ejecutivo N°49 de 1992).

De acuerdo con valores e información oficiales más actualizados y disponibles del Instituto de Estadísticas y censo de la República de Panamá, los pargos representaron el 50% de las capturas en 1999 de la pesca artesanal es decir, 10,433 toneladas métricas (t), mientras que en 2013 representaron el 16% del total de las capturas registradas por la pesca artesanal (2,301 t).

La estadística pesquera nacional no es adecuada y sigue presentando fallas crónicas desde hace muchos años debido a que no existe un sistema robusto que permita conocer en detalle y por especies las capturas totales. Las especies aparecen muy agregadas y existe una subestimación importante esto ha sido un problema para varias pesquerías como lo mencionan Harper et al. (2014) y Guzmán et al. (2019).

Según Cisneros-Montemayor et al. (2018), el valor de mercado a la sombra de las capturas no declaradas en Panamá en 2010 fue de alrededor de US \$ 92 millones, igual a aproximadamente el 43% del valor total descargado e informado. Esto, de ninguna manera permite, generar medidas efectivas de control y manejo de la pesca. Por ejemplo, todo el esfuerzo de colecta de datos de la Autoridad de los Recursos Acuáticos de Panamá en el año 2017, solo dio cuenta de 634.7 t del grupo pargos (ARAP, 2018), mientras que en la base de datos de comercio de Estados Unidos (NOAA/NMFS), para el mismo año, se registraron 2,205 t de pargo fresco y congelado en importaciones de pargos desde Panamá al mercado estadounidense.

En Panamá, a pesar de su valor comercial, la biología reproductiva ni la biología pesquera del pargo *L. peru* han sido estudiadas en profundidad de manera que podamos conocer los aspectos fundamentales de su dinámica reproductiva y poblacional; uno de los aspectos que se deben estudiar en ciencias pesqueras son los relativos a la reproducción y en este trabajo se abordan los aspectos concernientes a la maduración gonadal a nivel microscópico de las hembras, algo que no se había realizado anteriormente.

MATERIALES Y MÉTODOS.

Procesamiento de muestras y análisis de datos

Debido a la similitud del desarrollo de ovocitos en la mayoría de los teleósteos, se usó como modelo de referencia la escala de crecimiento y maduración de 4 etapas propuesta por (Wallace y Selman, 1981). Se analizaron un total de 149 preparaciones histológicas de gónadas femeninas provenientes de dos conjuntos de muestras: el primero corresponde a 60 cortes histológicos provenientes del trabajo realizado por (Pacheco y Rodríguez, 1990) capturas realizadas en abril y noviembre de ese año. El segundo conjunto de placas histológicas 89 proviene de muestras tomadas en una planta de procesamiento de productos pesqueros en la península de Azuero (provincia de Herrera) en 1999 que completaron parte de los meses de muestreo que estuvieron ausentes del juego de placas de 1990.

La tinción utilizada para la preparación del tejido gonadal y tinción de ovocitos fue el procedimiento de rutina de hematoxilina-eosina, según se describe en (Luna 1968). Las lecturas de las secciones histológicas se realizaron con un microscopio óptico marca Nikon, se midió el diámetro de los ovocitos utilizando una regla microscópica adaptable al ocular del microscopio, con una placa Baush & Lomb de 0,1 mm y 0,01 mm. Se tomaron fotografías con un microscopio Olympus modelo BX50, con película marca Kodak, color, ASA 100.

El método de mínimos cuadrados se utilizó como modelo predictivo para estimar las relaciones entre la longitud total LT, longitud estándar LE y peso de las dos conjuntos de muestras. Para comprobar si existen diferencias entre los parámetros de crecimiento de los dos juegos de muestras y analizar si existen diferencias significativas entre el LT del grupo de hembras muestreadas por (Pacheco y Rodríguez, 1990) y el correspondiente al estimado en el estudio de muestreo de 1999, recurrimos a: 1) Evaluar el intervalo de confianza para las medias y 2) Realizar una prueba de dos colas. Nivel de significancia $\alpha = 0.05$; Los cálculos estadísticos se realizaron utilizando el software Statistica v 5.0 de StatSoft.

RESULTADOS

Descripción histológica

Las observaciones con respecto a las 4 fases del ciclo reproductivo de las hembras del pargo seda se describen a continuación.

Fase I (crecimiento primario): los ovocitos en esta fase tienen una baja cantidad de citoplasma basófilo que se tiñe de violeta y un diámetro que oscila entre 13 y 68 μm , con un promedio de 35 μm . El núcleo (vesícula germinal) es fácilmente distinguible, esférico, de posición central; con uno o dos nucléolos grandes. Se acepta que en este período los eventos a nivel cromosómico se detienen en el diploteno de la primera división meiótica y, además, se producen numerosos orgánulos membranosos, principalmente mitocondrias. Al final, la ovogonia se transforma en un ovocito primario y se establece el folículo inicial.

Fase II (formación de vesículas de yema): los ovocitos con una forma más esférica presentaron diámetros que variaron entre 37 y 168 μm , con un promedio de 66.4 μm . Núcleos cerca del centro de la célula, con varios nucléolos ubicados en la periferia nuclear. Según Wallace y Selman (1981), los ovocitos en esta etapa están bajo la influencia de la acción endocrina. En el citoplasma, comienzan a aparecer formaciones esferoidales translúcidas, conocidas como gotas transparentes (Fig. 1). Estas inclusiones aumentan gradualmente tanto en número como en tamaño y comienzan a llenar el citosol, dándole una apariencia espumosa (Christiansen, 1971). Estas vesículas, o yema intravesicular, no están estrictamente hablando formadas por la verdadera yema, y dan lugar a los alvéolos corticales cuya función es liberar las glucoproteínas almacenadas durante esta fase en el espacio perivitelino durante la reacción cortical, en el momento de la fertilización. Otras estructuras que se observan a medida que continúa el crecimiento de los ovocitos son las membranas de la pared folicular, que en peces óseos están formadas por el epitelio folicular, la zona pelúcida, una lámina basal y la teca (Guraya 1978).

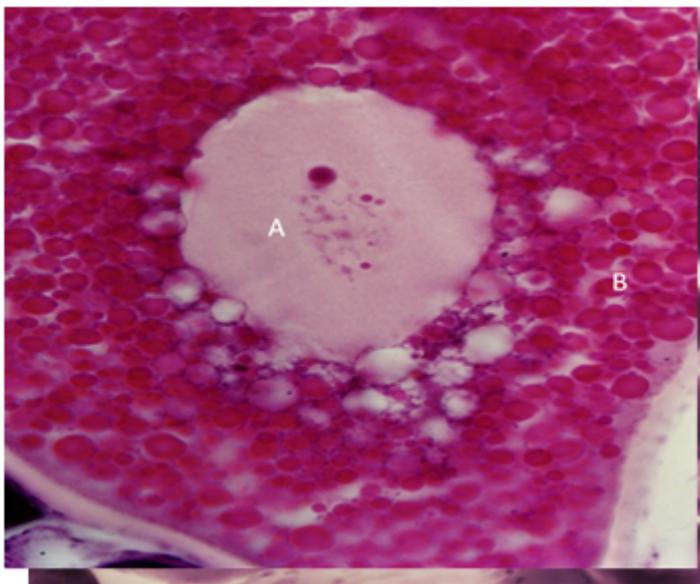


Figura 1: Ovocitos en la Fase II, con las primeras inclusiones que aparecen conocidas como gotas claras (A), los nucléolos aparecen (B) alojados periféricamente dentro del núcleo (100x). Foto: Lucas Pacheco, año 2003.

Fase III (vitelogénesis verdadera): los ovocitos que se reconocieron en la fase III midieron en promedio 195.3 μm de diámetro y variaron de 61 a 402 μm . El notable aumento en el diámetro del ovocito se debe

al aumento, en número y tamaño, de los gránulos de yema, que inicialmente se encuentran marginalmente, hacia la periferia del ovocito y también muestran una mayor afinidad acidófila (Christiansen 1971), (Fig. 2) Estas inclusiones constituyen depósitos de proteína de la yema, derivada de un precursor del hígado, llamado vitelogenina (Wallace y Selman 1981). Los mismos autores afirman que en los teleósteos la contribución de estos granos de proteínas al aumento del tamaño de los ovocitos está enmascarada por la formación extensa de los alvéolos corticales que ocurre antes de la vitelogénesis y por la hidratación.

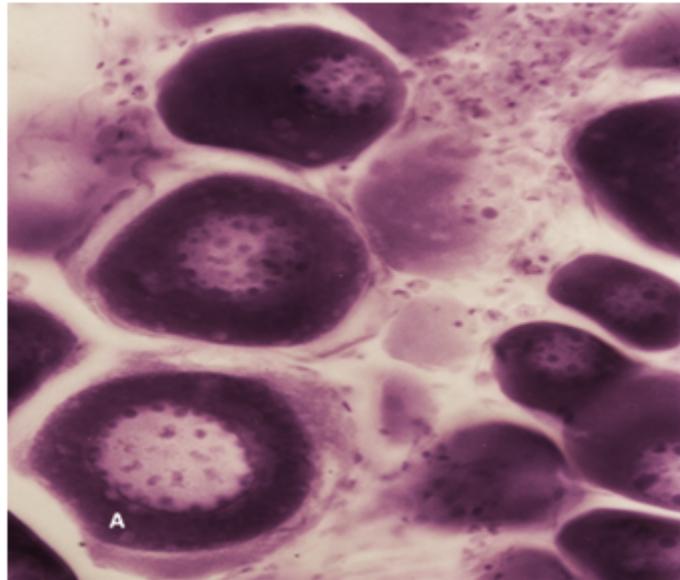


Figura 2: (A) Vesícula germinal (núcleo) de un ovocito en la Fase III avanzada, dentro del núcleo, se observan cromosomas de lampbrush. El citoplasma está cubierto con gránulos acidófilos (B), 50x. Foto: Lucas Pacheco, año 2003.

Fase IV (maduración): los ovocitos que se identificaron en la fase IV presentaban diámetros que variaban entre 350 y 426 μm , con un promedio de 381.2 μm . Las membranas foliculares están completamente desarrolladas y el citoplasma del ovocito aparece turgente, hidratado y cargado de yema, con numerosos granos esféricos de naturaleza proteica dispuestos entre las vesículas de la yema. En esta última etapa del desarrollo y crecimiento de los ovocitos, se produce el fenómeno de hidratación, que según Wallace y Selman (1981), se inicia mediante una señal hormonal, sin embargo, el proceso parece estar controlado por el medio iónico del folículo. La división meiótica se reanuda para producir finalmente el óvulo que se liberará en la luz del ovario. Esta fase es equivalente a las gónadas maduras y parcialmente vaciadas en desove y con células atrésicas, en reabsorción, deformación y degeneración.

Distribución porcentual de las fases de maduración: a lo largo de los meses, las fases más conspicuas fueron las de los ovocitos en crecimiento primario (Fase I), y con signos de formación de vesículas de yema (Fase II) mientras que las fases de la verdadera vitelogénesis (Fase III), y la maduración y el desove (Fase IV) se observan a partir de mayo en la temporada de lluvias y aumentan su relación porcentual entre agosto y noviembre.

El análisis de las preparaciones histológicas correspondientes a los diferentes meses del año ha permitido verificar la presencia de células de ovocitos en diferentes fases de maduración en el mismo ovario (Fig. 3). Lo anterior permite afirmar que el pargo rojo es una especie de reproducción heterocrónica, fraccionada y vitelogénesis asincrónica, es decir, se reproduce continuamente durante gran parte del año.

Figura 3. A lo largo de los meses, se pudieron observar ovocitos en crecimiento primario (Fase I “Serie 1”) disminuyendo hacia agosto. Con signos de formación de vesículas de yema (Fase II “Serie 2”) se pudieron observar durante todos los meses. Mientras que las fases de la verdadera vitelogénesis (Fase III “Serie 3”), y la maduración y el desove (Fase IV “Serie 4”) se observan a partir del mes de mayo en la temporada de lluvias y aumentan su relación porcentual entre agosto y noviembre, lo que hace evidente la maduración y desove en época de lluvias.

Los ovocitos en crecimiento primario (Fase I) se observaron entre enero y marzo, y de junio a noviembre. En enero, el crecimiento primario representó el 15 % de los cortes analizados, una proporción que aumentó al 81 % en febrero y disminuyó al 59 % en marzo. En junio, el valor porcentual alcanzó el 13 % y aumentó al 33 % en julio y luego cayó al 11 % en agosto. Debido al hecho de que no se observaron ovocitos en la Fase I durante abril y mayo, y los altos valores alcanzados por la Fase II en esos meses, se considera que un número considerable de ovocitos observados Fase I completa su maduración hacia la primera mitad del año para contribuir a desoves de mayo y junio.

Todos los meses se observaron ovarios con ovocitos que presentan gotas claras o yema intravesicular (Fase II). En enero, los ovocitos en la Fase II representaron el 84 % de los cortes analizados, un valor que disminuyó en febrero al 13 % para aumentar al 100 % en abril. Entre mayo y junio, la proporción porcentual disminuyó a 55 %, coincidiendo con el aumento de ovocitos en Fase IV para esos meses. Hacia noviembre, esa proporción alcanzó el 50 % de las preparaciones analizadas. Aunque no hubo muestras en diciembre, se puede inferir que el porcentaje de ovocitos en la Fase II aumenta gradualmente, en ese mes, hasta alcanzar los valores indicados para enero.

Los ovocitos con signos de verdadera vitelogénesis (Fase III) se presentaron durante febrero y marzo, la proporción porcentual disminuyó entre 6 y 4 %, respectivamente. Entre mayo y agosto (con la excepción de junio), el porcentaje de ovarios con ovocitos en esta fase aumentó gradualmente de 9 a 33 %. Cabe señalar que la falta de observación durante junio de las células de ovocitos en la vitelogénesis verdadera fue consistente con el valor máximo correspondiente, en ese mes, a la Fase IV.

Las hembras en maduración y desove (Fase IV) fueron encontradas entre los meses de mayo y agosto, así como en noviembre. Durante el mes de junio, esta Fase alcanzó un valor máximo correspondiente al 60 % de los cortes analizados, disminuyendo en julio al 6 %. Entre agosto y noviembre, la Fase IV aumenta gradualmente de un valor de 45 a 50 %. A pesar de no tener muestras en diciembre, el aumento porcentual indicado finalmente nos permite suponer que hacia el último trimestre del año, el porcentaje de hembras desovantes aumenta gradualmente, lo que explicaría la falta de individuos en la Fase IV en los primeros meses del año.

Esta revisión histológica nos permite deducir que la especie *Lutjanus peru* tiene un período de reproducción espaciado que coincide con la temporada de lluvias entre abril y octubre, con un pico en junio y probablemente otro período de desove hacia final de año.

Longitud total y peso, resultados estadísticos: la curva que relaciona el LT y el peso de las hembras colectadas en 1999 se define mediante la ecuación $\text{Log}_{10} \text{ peso} = -3.920 + 2.6667 * \text{Log}_{10} \text{ LT}$. Al comparar los parámetros a y b del LT y la curva de peso correspondiente a las hembras recolectadas en 1990, y los valores obtenidos para estos parámetros en las muestras de 1999, no se detectaron diferencias significativas entre las pendientes y las ordenadas de ambas curvas. El intervalo de confianza en el peso nos permite informar que el peso total promedio de la población de peces (hembras) varía entre 972.27 g y 1,695.48 g con un nivel de confianza del 95 %. El límite superior del intervalo de confianza para la media de la variable LT se calculó en 420.52 mm y el límite inferior en 359.15 mm, por lo que la media de las longitudes totales de la población de hembras de *Lutjanus peru* está entre los valores indicados.

Cuando se utiliza el estadístico de prueba ($z = 2.8566$ con una probabilidad asociada de 0.002), se observan diferencias significativas entre las longitudes medias totales de ambos grupos de muestras. Estos resultados nos permiten deducir que en una década las longitudes promedio de la hembra del pargo de seda han

disminuido como resultado probable de la presión ejercida sobre el recurso. Además, con respecto a *Lutjanus Peru*, debe tenerse en cuenta que actualmente en Panamá, no existe una regulación sobre el tamaño mínimo permitido en las capturas.

DISCUSIÓN

Las muestras analizadas de pargo rojo del Pacífico panameño indican que es una especie heterocrona, y que la mayor proporción de ovocitos en estados de maduración avanzados coinciden con la temporada de lluvias, ocurriendo entre mayo a diciembre, observándose un máximo reproductivo en junio, pero los desoves se extenderían con seguridad con un nuevo pico de madurez gonadal hacia final de año. De acuerdo con Ruiz et al. (1985) los porcentajes más significativos de madurez del *L. peru* que habita en las costas de Oaxaca, Guerrero y Michoacán se presentan en abril, septiembre y diciembre. Aunque ovarios en Fase II solo se obtuvieron en muestras en abril, las indicaciones de los autores mexicanos para el final del año coinciden con las observaciones expuestas anteriormente.

Esto coincide con lo mencionado por Vega et al. (2016), donde indica que la reproducción de esta especie es continua en diferentes momentos del año, con picos importantes en mayo, julio y noviembre. Además Vega et al. (2015), describió agregaciones reproductivas de *Lutjanus peru* en algunos sitios del Parque Nacional Coiba en los meses de febrero y marzo de 2012, esto es unos meses antes del inicio de la temporada de lluvias en Panamá. Hasta la fecha la información sobre la reproducción de esta especie no es abundante, por lo que todas estas observaciones y análisis del desarrollo microscópico gonadal brindan luces sobre el ciclo vital de este organismo, pero sin duda se deben reforzar estos conocimientos con estudios sobre fecundidad, con más investigaciones independientes de la pesca (conteo de larvas, huevos) y además con información dependiente de la pesca como son capturas y análisis de tallas y edades a través de la lectura de estructuras duras.

En otras áreas tropicales y subtropicales existe similitud con respecto al comportamiento reproductivo de otras especies de pargos. Así, Reshetnikov y Claro (1976) explican que el tiempo de puesta de la especie *Lutjanus synagris* (Linnaeus, 1758) en la plataforma cubana, se desarrolla entre abril y septiembre y consideran que el factor principal que desencadena los ciclos biológicos en los peces tropicales es la alternancia de las estaciones seca y lluviosa. Guerra y Bashirullah (1975) creen que las variaciones en el peso del ovario de la especie *Lutjanus griseus* (Linnaeus, 1758), de la isla de Cubagua en Venezuela, nos permiten deducir el desove entre julio y octubre. González De La Rosa y Re-Regis (2001), por su parte, afirman que en la especie *Lutjanus campechanus* (pargo rojo, pargo rojo del norte), que se distribuye desde Nueva Inglaterra (EE. UU.), hasta el Sur del Golfo de México, tiene un período reproductivo se extiende de abril a octubre con un pico de junio a agosto.

Se observaron diferencias significativas entre las longitudes medias de los conjuntos de muestras tratadas. La longitud total promedio de las hembras colectadas en 1999 (38.9 cm) es algo menor que la estimada (43.6 cm) (Pacheco y Rodríguez 1990). Esta disminución en el LT promedio de las hembras podría responder a: 1) La extracción de especímenes más grandes y más viejos con el tiempo, ha llevado a una mayor representación de peces más pequeños en las muestras, 2) Hacia los primeros meses del año hay una agregación de especímenes de menor tamaño cerca de la costa, en busca de alimento o refugio, lo cual haga que sean más accesibles para los pescadores y estén mejor representados en las capturas, o 3) Los individuos de mayor tamaño se encuentran en alta mar en zonas rocosas más profundas sin esfuerzo de pesca, como infiere (Cruz-Romero et al., 1996; Sánchez et al., 1996).

El valor absoluto de LT promedio varió entre 32.6 cm en febrero y 66.2 cm en abril, durante los meses restantes del año varió en el rango de 39 a 45 cm, lo que indica que una gran parte del grupo de hembras estudiadas está compuesto por pequeños reproductores y que la excesiva presión pesquera podría estar forzando a los individuos a madurar de forma temprana y a menor tamaño. Pacheco y Rodríguez (1999) han

mencionado que las hembras alcanzan la primera madurez a un LT de 30.7 cm, y Vega et al. (2016) indica que su reproducción ocurre en tallas superiores a los 40 cm de LT.

Para la población de pargos rojos en la zona costera de Oaxaca (México), Ramos-Cruz (2001), valoró el tamaño promedio en la primera madurez en 29.0 cm y recomienda que el primer tamaño de captura sea 31.0 cm, valor que coincidiría con el indicado por Pacheco y Rodríguez (1999) para la primera madurez femenina. Por otro lado Vega et al. (2016) determinó una talla media reproductiva (L_{50}) de 55.34 cm en el Golfo de Chiriquí. La pesca excesiva de especímenes jóvenes representa una desviación en el régimen de explotación del recurso (Santamaría y Chávez 1999). En efecto, el alto valor que alcanzan los especímenes con tamaño ajustado a un plato o una ración gourmet en los mercados, los somete a una explotación más intensa que la de animales más grandes.

Dada la falta de información in situ y en función de la capacidad migratoria de las especies que Pacheco y Rodríguez (1999) realizaron cálculos utilizando los parámetros de crecimiento publicados por Gutiérrez (1990), encontrando que el pargo rojo del Pacífico de Panamá se reproduciría por primera vez entre los 4 y 5 meses de edad. Este resultado, implicaría un metabolismo excepcional durante el primer año de vida, señalando así la necesidad de determinar los parámetros de la curva de crecimiento de los pargos rojos en la costa del Pacífico de Panamá.

Si se consideran los parámetros de la curva de crecimiento valorados por Gutiérrez (1990), en muestras de *Lutjanus peru* recogidas en el noroeste del Pacífico de Costa Rica, la longevidad del pargo rojo alcanzaría 2 años con un coeficiente proporcional al catabolismo de $K = 1.46$, que es alta en referencia a la longitud asintótica ($L_{\infty} = 83.34$) y esta situación es extremadamente rara en la naturaleza. Más conservadores son los valores de K encontrados por Cruz-Romero et al. (1996) para *Lutjanus peru* y otras dos especies del mismo género varían entre 0.155 y 0.192 (en Santamaría y Chávez, 1999) y corresponden a la longevidad definida como $3/K$ que fluctúa entre 15 y 19 años.

Santamaría y Chávez (1999) trabajando con muestras del estado de Guerrero (México) determinaron para la especie un valor de $K = 0.144$ y una longevidad de 21 años y, además, se reproduciría hacia el tercer año de vida. Por su parte, Ramos-Cruz (2001) estimó una $K = 0.153$ que nuevamente es inferior a la determinada por Gutiérrez (1990). Con base en los datos consultados de (Froese y Pauly, 2020), la especie alcanza una LT asintótica de 95 cm y un peso máximo de 5,810.0 g. Cabe señalar que Santamaría y Chávez (1999) determinaron un $L_{\infty} = 87$ cm y que, en las muestras examinadas, se registraron especímenes que alcanzaron 85.0 cm LT, lo que nos permite inferir que en la costa del Pacífico de Panamá, todavía es posible capturar especímenes adultos cerca de la longitud asintótica.

Al considerar los parámetros de la curva de crecimiento calculados por Santamaría y Chávez (1999) y Cruz-Romero et al. (1996) se infiere que la especie *Lutjanus peru* vive durante mucho tiempo, lo que implica que sus poblaciones tienen una tasa de crecimiento intrínseca baja que las hace altamente susceptibles a la explotación. Se encontró evidencia de que la LT de las capturas ha disminuido en los últimos 10 años incluidos en el estudio, y que la mayoría de las hembras capturadas son especímenes jóvenes, esto coincide con lo reportado con lo reportado por (Vega et al., 2011, Vega et al., 2015) en donde un alto porcentaje de las capturas del Golfo de Chiriquí corresponden a individuos menores a los 30 cm de LT y que sobre todo en el pargo seda capturado representa la fracción juvenil de la población. Esto implica que la administración pesquera debe hacer un mayor esfuerzo de investigación con respecto a la reproducción y la dinámica de la población de esta y otras especies, para supervisar continua y cuidadosamente el esfuerzo de pesca y la selectividad de especies y tallas, para cumplir con el rol del manejo pesquero responsable.

CONCLUSIONES

No se hallaron signos histológicos de inversión sexual en *Lutjanus peru*, la actividad gametogénica se produce durante todo el año siendo el pargo rojo una especie de reproducción heterocrona con desove fraccionado.

La reproducción del *Lutjanus peru* coincide con la época de lluvias presentando un pico en junio y se acentúa hacia el último trimestre del año. La mayor parte de las hembras capturadas fueron ejemplares jóvenes y se observó que la LT de las captura ha disminuido en los últimos décadas. De esta forma, se hace evidente y se reitera que en Panamá es necesario que se realicen más esfuerzos de investigación para determinar los parámetros poblacionales de forma tal que se pueda llegar a distinguir si existe una sola población de *L. peru* u otro tipo de arreglo poblacional, de forma tal que esto contribuya a un mejor manejo de la dinámica pesquera, de esta especie que es capturada en distintos y variados artes de pesca. Si continúa la extracción de especímenes de menor talla que no han alcanzado la longitud de primera madurez y reproducción, existe el riesgo de reducir la capacidad reproductiva y rendimiento a largo plazo del recurso.

GRADECIMIENTOS

A la Lic. Marta Herrera, por la orientación en el proceso histológico, al personal de la procesadora Basilio Export and Import S.A., que siempre estuvo atento a mis visitas a la planta. Al centro de Ciencias del Mar y Limnología, gracias por confiar el uso de las instalaciones de Naos. Al Dr. Soler de la Universidad de Panamá y a UP, Licda. María Pérez y Licdo. Edilberto Aguilar, por la ayuda en las fotografías.

REFERENCIAS

- Allen, G. R. (1985). Species Catalogue. Vol. 6. Snappers of the world. An annotated and illustrated catalogue of lutjanid species known to date. FAO Fish. Synop. 6(125): 1-208.
- Allen, G. R y Robertson, D. R. (1994). Fishes of the Tropical Eastern Pacific, 332 pp. Crawford House Press.
- ARAP (2018). Informe Anual de pesca comercial, Dirección General de Investigación y Desarrollo, Autoridad de los Recursos Acuáticos de Panamá. 44 pp.
- Christiansen, H. (1971). Descripción histológica del ciclo del ovario de merluza
- Cisneros-Montemayor, A. M., Harper, S. y Tai, T. C. (2018). The market and shadow value of informal fish catch: a framework and application to Panama. Natural Resources Forum (2018) DOI: 10.1111/1477-8947.12143
- Decreto Ejecutivo N° 49 de 20 de Julio de 1992. "Por el cual se dictan medidas para regular la pesca de pargos, meros, y tiburones en las aguas jurisdiccionales de la República de Panamá. Gaceta oficial N° 22,093 del miércoles 5 de agosto de 1992
- Froese, R. and D. Pauly. Editors. 2020. FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (12/2020)
- Fricke, R., Eschmeyer, W. N. y Van der Laan, R. (Eds) 2020. Eschmeyer's catalog of fishes: Genera, Species y References. Electronic version accessed 11 Jun 2020.
- González y de la Rosa, M. E. y Re-Regis, C. (2001). Aspectos de la reproducción de *J Lutjanus campechanus* en Campeche, México. INP. SAGARPA. México. Ciencia Pesquera No. 15.
- Guerra, C. A. y Bashirullah, A. K. (1975). Biología del pargo *Lutjanus griseus* (Linn.) de la Isla de Cubagua, Venezuela. II. Maduración sexual y fecundidad. Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela Univ. Oriente, 14 (1): 106 -116
- Guraya, S. S. (1978). Maturation of the follicular wall of nonmammalian vertebrates, En: The Vertebrate Ovary, Comparative Biology and Evolution. (Capt. 8). Nueva York: Plenum Press.
- Gutiérrez, V. R. (1990). Tasas de crecimiento, mortalidad, reclutamiento, rendimiento y biomasa relativos por recluta de *Lutjanus peru* (Perciformes: Lutjanidae) en el Pacífico noroeste de Costa Rica. Rev. Biol. Trop. 38: 441-447.
- Guzmán, H. M., Cipriani, R., Vega, A. J. y Morales-Saldaña, J. M. (2019). Fisheries and conservation assessment of sharks in Pacific Panama. Aquatic Conservation: Mar Freshw Ecosystem. 1-16. DOI: 10.1002/aqc.3245
- Harper, S., Guzman, H. M., Zyllich, K. y Zeller, D. (2014). Reconstructing Panama's Total Fisheries Catches from 1950 to 2010: Highlighting Data Deficiencies and Management Needs. Marine Fisheries Review. 76(1-2): 51-65

- National Oceanic and Atmospheric Administration – Fisheries. <https://foss.nmfs.noaa.gov/apexfoss>
- Luna, L. G. (1968). *Manual of Histologic Staining Methods of the Armed Forces Institute of Pathology*. Tercera edición, McGraw – Hill, Inc.pp
- Pacheco Tack, R. L. y Rodriguez, C. C. (1999). Contribución al conocimiento de la biología pesquera de *Lutjanus peru* (pargo rojo) del Pacífico de Panamá. *Scientia*, Vol.14; No. 1: 17 – 38
- Ramos-Cruz, S. (2001). Evaluación de la pesquería de huachinango *Lutjanus peru* en la Zona costera de Salina Cruz, Oaxaca, México, durante 1995. INP. SAGARPA. México. *Ciencia Pesquera* No. 15.
- Reshetnikov, Y. S. y Claro, R. (1976). Cycles of biological process in tropical fishes with reference to *Lutjanus synagris*. *J. Ichthyol.* 16 (5): 711 – 722
- Robertson, D. R. y Allen, G. R. (2015). *Peces Costeros del Pacífico Oriental Tropical: sistema de Información en línea*. Versión 2.0 Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales, Balboa, República de Panamá. <https://biogeodb.stri.si.edu/sfstep/es/pages/117672020>
- Ruíz-Luna, A. Girón, B. E., Madrid, V. J. y González, A. (1985). Determinación de edad, crecimiento y algunas constantes biológicas del huachinango del Pacífico *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy, 1920). *Mem. VIII Congr. Nal. de Zool.* : 189-201.
- Santamaría, A. y Chávez, E. A. (1999). Evaluación de la pesquería de *Lutjanus peru* (Pisces: Lutjanidae) de Guerrero, México. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional (CICIMAR, IPN)
- Vega, A. J., Robles, Y. A. y Maté, J. L. (2016). *La pesca artesanal en el Parque Nacional Coiba y zona de influencia. Biología y pesquería de sus principales recursos, con recomendaciones de manejo*. Fundación MarViva, Ciudad de Panamá, Panamá, 67pp.
- Wallace, R. A. y Selman, K. (1981). Cellular and dynamic aspects of oocyte growth in