

UNIVERSIDAD DE PANAMÁ
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y TECNOLOGÍA
ESCUELA DE BIOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA AMBIENTAL

DETERMINACIÓN DE LA EDAD Y CRECIMIENTO EN PARGO SEDA *LUTJANUS PERU* (PERCIFORMES: LUTJANIDAE) A TRAVÉS DEL USO DE OTOLITOS, EN EL GOLFO DE CHIRIQUÍ.

PRESENTADO POR:

JENNIFER VEGA

C.I.P 8-944-1236

Trabajo de Graduación presentado a la escuela de biología como requisito parcial para optar por el grado de Licenciatura en Biología con Orientación en Biología ambiental.

PANAMÁ, REPUBLICA DE PANAMÁ

AÑO: 2024

AGRADECIMIENTOS

Mis sinceros agradecimientos son para mis padres principalmente, a mi madre Felicidad Camaño quien me apoyó incondicionalmente a lo largo de toda mi formación académica. También, quiero agradecer al profesor Jorge García y a la Dra. Catalina Gómez, por darme la oportunidad de realizar esta investigación durante un año, sin su tiempo y paciencia no hubiera sido posible esta investigación de tesis.

En el aspecto académico, quiero agradecer al Profesor Jorge Gutiérrez y al profesor Jancel Villalaz, por brindarme su conocimiento y asesoramiento para poder realizar este proyecto.

Jennifer Vega

ÍNDICE

PORTADA.....	i
AGRADECIMIENTOS.....	ii
ÍNDICE GENERAL.....	iii
ÍNDICE TABLAS.....	iv
ÍNDICE GRÁFICAS Y FIGURAS.....	v
RESUMEN.....	vi
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO 1	
1.1. ANTECEDENTES.....	6
1.2. MARCO TEÓRICO.....	10
1.2.1. Pargo Seda.....	10
1.2.2. Microestructura del otolito.....	10
1.2.2.1. Estudios sobre edad y crecimiento con el uso de otolitos.....	13
1.2.3. Factores ambientales que pueden afectar el crecimiento.....	13
1.2.3.1. Temperatura y Salinidad.....	14
1.2.3.2. Nutrición.....	15
CAPÍTULO II	
2.1. MARCO METODOLÓGICO.....	18
2.1.1. Diseño Experimental	18
2.1.1.1. Colecta de los otolitos de <i>Lutjanus peru</i>	19
2.1.1.2. Limpieza de los otolitos de <i>Lutjanus peru</i>	20
2.1.1.3. Conservación de los otolitos de <i>Lutjanus peru</i>	20
2.1.1.4. Lectura de los anillos de <i>Lutjanus peru</i>	22
2.1.2. Descripción operacional de las variables.....	23
2.1.3. Análisis estadístico.....	23

CAPÍTULO IV

4.1. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	26
4.1.1. Determinación de los grupos de edad a través de los otolitos.....	26
4.1.2. Intervalos de la longitud total de los especímenes de <i>Lutjanus peru</i> , versus el tamaño de los otolitos.....	34
4.1.3. Relación de la edad con el tamaño del otolito.....	37
4.1.5. Relación de la longitud total de los especímenes con el tamaño del otolito.....	42
4.1.6. Validación del tamaño del pez versus edad del pez según el modelo de Von Bertalanffy.....	49
CONCLUSIONES.....	57
RECOMENDACIONES.....	58
LITERATURA CITADA.....	59
ANEXO	

Índice de tablas

Tabla 1. Frecuencia de individuos vs longitud total del pez <i>Lutjanus peru</i> , en otolitos con un anillo.....	27
Tabla 2. Frecuencia de individuos vs longitud total del pez <i>Lutjanus peru</i> , en otolitos con dos anillos.....	29
Tabla 3. Frecuencia de individuos vs longitud total del pez <i>Lutjanus peru</i> , en otolitos con tres anillos.....	31
Tabla 4. Frecuencia de individuos vs longitud total del pez <i>Lutjanus peru</i> , en otolitos con cuatro anillos.....	32
Tabla 5. Frecuencia de individuos vs longitud total del pez <i>Lutjanus peru</i> , en otolitos con cinco anillos.....	33
Tabla 6. Intervalos de longitud de los especímenes de <i>Lutjanus peru</i> versus número de anillo en otolitos.....	35
Tabla 7. Correlación de la edad de los especímenes de <i>Lutjanus peru</i> , versus el tamaño	

del otolito.....	37
Tabla 8. Relación de la longitud total de los especímenes de <i>Lutjanus peru</i> , versus el tamaño del otolito.....	42
Tabla 9. Edad de los especímenes versus número de anillo del otolito.....	47
Tabla 10. Validación de mediciones de longitud (modelo de Von Bertalanffy)	49

Índice de gráficas y figuras

Figura 1. Medidas longitudinales de los especímenes de <i>Lutjanus peru</i>	18
Figura. 2: A. Corte de las branquias B. Exposición de la cámara ótica C. Corte de la cámara ótica D. Ruptura de la cámara E. Otolitos expuestos F. Extracción de los otolitos.....	19
Figura 3. Limpieza de los residuos de tejidos en cada par de otolitos.....	20
Figura 4. Mediciones de los otolitos de <i>Lutjanus peru</i>	21
Figura 5. Observación de las muestras del número de anillos en los otolitos.....	22
Figura 6. Imágenes de otolitos de especímenes de <i>Lutjanus peru</i> , con uno, dos, tres, cuatro y, cinco anillos con su respectiva longitud en centímetros.....	26
Figura 7. Frecuencia de la longitud total de los especímenes de <i>Lutjanus peru</i> , del grupo de edad de un año con otolitos con un anillo.....	28
Figura 8. Frecuencia de la longitud total de los especímenes de <i>Lutjanus peru</i> , del grupo de edad de dos años con otolitos con dos anillos.....	30
Figura 9. Frecuencia de la longitud total de los especímenes de <i>Lutjanus peru</i> , del grupo de edad de tres años con otolitos con tres anillos.....	31
Figura 10. Frecuencia de la longitud total de los especímenes de <i>Lutjanus peru</i> , del grupo de edad de cuatro años con otolitos con cuatro anillos.....	33
Figura 11. Frecuencia de la longitud total de los especímenes de <i>Lutjanus peru</i> , del grupo de edad de cinco años con otolitos con cinco anillos.....	34
Figura 12. Representación de los intervalos de longitud de los especímenes de <i>Lutjanus peru</i> , versus número de anillo en otolitos.....	35
Figura 13. Dendograma: relación de frecuencias por intervalos de longitud	

versus número de anillo presente en los otolitos de <i>Lutjanus peru</i>	36
Figura 14. Correlación de Pearson de edad (años) versus el tamaño del otolito de <i>Lutjanus peru</i>	40
Figura 15. Representación de edad (años) versus el tamaño promedio del otolito de <i>Lutjanus peru</i>	40
Figura 16. Dendograma de edad (años) versus el tamaño del otolito de <i>Lutjanus peru</i>	41
Figura 17. Correlación de Pearson de la longitud total versus tamaño del otolito de <i>Lutjanus peru</i>	45
Figura 18. Representación de longitud total versus tamaño promedio del otolito de <i>Lutjanus peru</i>	45
Figura 19. Dendograma de longitud total versus el tamaño del otolito de <i>Lutjanus peru</i> ..	46
Figura 20. Número de individuos según el número de anillos versus edad.....	48

RESUMEN

En esta investigación se utilizaron un total de 299 especímenes de *Lutjanus peru*, a los cuales se le midió el tamaño, se extrajeron sus otolitos, se midió su tamaño y se determinó el número de anillo en ellos. El número de anillo presente en cada espécimen se utilizó para determinar la edad y el tamaño de estos. A través del método directo se determinaron grupos de edades de uno a cinco años. Utilizando el análisis de correlación de Pearson se obtuvo un coeficiente de determinación de 0.8198, que indica una correlación directa en el número de anillo del otolito con la edad del pez y el tamaño del otolito. El mismo análisis de Pearson establece un coeficiente de determinación de 0.9262, que indica una correlación directa en el tamaño de los especímenes y el tamaño del otolito. La validación de la longitud total de los especímenes de *Lutjanus peru* y el número de anillo presente en los otolitos, se realizó utilizando el modelo Von Bertalanffy ($L = L_{\max}(1 - e^{-K(t-t_0)})$), con el que se comprobó la existencia de una relación directa entre la talla y la edad del pez.

Palabras claves: *Lutjanus peru*, otolito, anillos, crecimiento, edad, sagitta.

ABSTRACT

In this research, a total of 299 specimens of *Lutjanus peru* were used, of which the size was measured, their otoliths were extracted and sized, then the number of rings in them was determined. The ring number present in each specimen was used to determine the age and size of the specimens. Through the direct method, age groups from one to five years were determined. Using Pearson's correlation analysis, a coefficient of determination of 0.8198 was obtained, indicating a direct correlation in otolith ring number with fish age and otolith size. The same Pearson analysis establishes a coefficient of determination of 0.9262, indicating a direct correlation in specimen size and otolith size. The validation of the total length of *Lutjanus peru* specimens and the number of rings present in the otoliths was performed using the Von Bertalanffy model ($L = L_{\max}(1 - e^{-K(t-t_0)})$), which proved the existence of a direct relationship between the size and age of the fish.

Key words: *Lutjanus peru*, otolith, rings, growth, age, sagitta.

INTRODUCCIÓN

La pesca es una actividad de extracción capaz de introducir cambios en las poblaciones que se explotan, lo que altera su tamaño, estructura y dinámica, debido al declive de la pesquería (Elizondo & Rodríguez, 1993). El recurso pesquero es el producto alimenticio más comercializado del mundo, y la mitad de sus exportaciones proceden de países en desarrollo (FAO, 2016). Actualmente, los recursos pesqueros se encuentran en su nivel más alto de explotación o sobreexplotación (FAO, 2009; Subasinghe *et al.*, 2009). La producción pesquera difiere mucho entre las especies, por lo que las pesquerías del mundo no han aumentado su producción, ya que están siendo sobreexplotadas (FAO, 2016). En los últimos 30 años, se ha producido un aumento de la extracción pesquera mundial, con un ritmo constante de unos 80 millones de toneladas de pescado marino capturados anualmente en la última década (FAO, 2016). Actualmente, la producción mundial de pesca de captura (excluidas las algas) disminuyó un 4,0%, con una producción total de 90,3 millones de toneladas (FAO, 2020). En Panamá la industria pesquera es compleja y variada (FAO, 2003). En el Golfo de Chiriquí, se constató que el 63% de los pescadores utilizan el trasmallo y el 37 % el palangre o línea de fondo para capturar tiburones, meros, pargos y dorados (Ramírez & Medina, 1999). Por lo tanto, esto no implica que sea el único problema. Porque la elevada demanda y la preferencia de individuos pequeños, entre 1 a 2 libras, dificultan la reproducción recuperativa del recurso pargo (STRI, 2005). Sin embargo, se ha prohibido el uso de trasmallos y redes de agalleras para la pesca de pargos (Gaceta oficial, 1992).

Para la sostenibilidad y la conservación del recurso pargo (*Lutjanus spp*), se ha establecido que la pesca sea comercial o deportiva, y que las capturas de pargo se han gestionado mediante la veda, en pargos durante el periodo comprendido entre el 1 de enero hasta el 30 de abril de cada año en toda la Zona Especial de Protección Marina (Gaceta Oficial, 2018), que incluye el Parque Nacional Coiba, situado en el Golfo de Chiriquí, establecido mediante la resolución de la Junta Directiva del Instituto Nacional de Recursos Naturales Renovables (INRENARE) No. 021-91, del 17 de diciembre de 1991. La Autoridad de los Recursos Acuáticos de Panamá (ARAP), es la encargada de supervisar las actividades pesqueras en el país. Sin embargo, debido a un marco jurídico obsoleto y a la escasa coordinación entre los distintos niveles sectoriales e interinstitucionales, le quitan eficacia de la gestión a la institución (ARAP, 2017).

La biología pesquera estudia el ciclo de vida de las especies importantes para la pesca, se centra en comprender la dinámica poblacional como el crecimiento, mortalidad y reclutamiento para entender las fluctuaciones de las capturas. Hace años, se suponía que la determinación de la edad en los peces tropicales era imposible, debido al desove y ausencia de los ciclos de crecimiento (Mohr, 1921). Sin embargo, se ha demostrado que los peces de zonas tropicales tienen un periodo de puesta más extenso que los de zonas templadas (Lowe-McConnell, 1987). Mediante los estudios de edad, pueden determinarse otros datos, como la estructura de la población, la edad de primera madurez sexual, la frecuencia de puesta, las respuestas individuales y poblacionales frente a los cambios de hábitat, y el éxito del reclutamiento, entre otros. Además, los datos de edad y crecimiento pueden ayudar a determinar los cambios en la población causados por la explotación de los recursos debido a las actividades extractivas (Morales-Nin, 1992; Granado, 2002; Cruz-Jiménez *et al.*, 2014). Por lo tanto, la edad y crecimiento son de gran importancia en la dinámica de las poblaciones de peces y deben considerarse como un proceso que ocurre en conjunción con el medio ambiente, ya que los peces tienden a experimentar cambios en sus dimensiones corporales con el paso del tiempo (Cubillos, 2005). Actualmente, se reconoce que la formación de los incrementos diarios, ayuda al crecimiento en otolitos de larvas de peces de agua dulce y marinos, con una distribución desde los polos a zonas templadas (Stevenson & Campana, 1992).

El crecimiento es un parámetro fundamental para analizar las pesquerías, ya que implica un aumento de la biomasa de la población, y para su determinación es importante establecer la edad de los organismos (Gulland, 1971; Granado, 2002). Es una medida de expresión cuantitativa desde la fecundación hasta la muerte (Fonteles Filho, 1989); incluyendo las fases de huevo, larva, juvenil y adulto (Csirke, 1980). De esta manera, cuantificar el crecimiento del pez, es a través de la longitud o peso corporal; medidas que se pueden poner en práctica de manera sencilla (Weatherley & Gill, 1987).

En la actualidad, las estructuras de los otolitos tienen tres características de gran interés para los científicos.

- Primero, los otolitos crecen produciendo un patrón de anillos concéntricos de crecimiento (Reibish, 1899).

- Segundo, los otolitos contienen elementos químicos en bajas concentraciones en comparación con el calcio, el carbono y el oxígeno, estos elementos son proporcionales a las condiciones fisicoquímicas del agua (Campana, 1999).
- Tercero, los elementos químicos no se absorben y pasan a formar parte de la estructura cristalina de los otolitos durante el tiempo (Campana, 1999).

Esto significa que, si los otolitos tienen anillos de crecimiento, contienen información ambiental a través de elementos químicos y son químicamente inertes. Por lo tanto, contienen toda la historia vital de los peces en forma de información química. El análisis de la edad del pez es importante porque ayuda a identificar el impacto de la pesca en el recurso con el fin de sugerir métodos para su reglamentación (Espino *et al.*, 2008). También, la determinación de la edad es un aspecto crucial de cualquier trabajo de investigación destinado a gestionar la explotación sostenible de los recursos pesqueros (Morales-Nin, 1992; Granado, 2002; King, 2007).

Hipótesis del estudio:

Hipótesis nula (H₀): No existe correlación significativa entre la longitud del otolito, la edad y la longitud total de los especímenes de *Lutjanus peru*.

Hipótesis alterna (H_i): Existe una correlación significativa entre la longitud del otolito, la edad y la longitud total de los especímenes de *Lutjanus peru*.

CAPÍTULO I

1.1. ANTECEDENTES.

Una de las actividades más complejas de cualquier organismo es el crecimiento. Cuando la cantidad de alimento ingerida supera las necesidades del cuerpo, se produce un aumento de sus dimensiones de los peces (longitud y volumen), lo que se conoce como crecimiento (Steffens, 1987). Cuando las poblaciones crecen, el número de individuos aumenta con el tiempo. Esto depende de los factores importantes como las tasas de natalidad y mortalidad, así como del número de individuos capaces de reproducirse (Trinidad, 2014). El crecimiento de todos los recursos acuáticos es asintótico, lo que significa que cada especie en su entorno tiene un tamaño característico que se alcanza a lo largo de toda una vida de crecimiento (Royce, 1972; Wootton, 1990).

Así, diversos factores como la cantidad, la calidad y el tamaño del alimento disponible, la temperatura del agua, los niveles de oxígeno y otros factores de calidad del agua, así como el tamaño, la edad y la madurez sexual de los peces, pueden influir en él (Everhart & Youngs, 1981). Por lo tanto, un rápido crecimiento sugiere que el crecimiento lento depende de la abundancia de alimentos y otras condiciones favorables, mientras que un crecimiento lento indica todo lo contrario (Moyle & Cech, 2004). Además, las hormonas controlan y desencadenan los cambios fisiológicos que conducen al crecimiento, mientras que la energía obtenida del alimento, la reproducción y la mortalidad determinan la competencia de la especie, influyendo significativamente en el crecimiento (Saborido-Rey & Kjesbu, 2005;).

El tamaño de los peces está influenciada por los factores ambientales (bióticos y abióticos), esto se denomina indeterminado o continuo (Weatherley, 1972). Cuando una especie consume alimento, la mayor parte de la energía se utiliza para el mantenimiento corporal y para llevar a cabo la reproducción. Solo una pequeña parte, menos de un tercio, está disponible para el crecimiento en tamaño y biomasa. La cantidad de energía desviada hacia el crecimiento depende de un complejo conjunto de fuerzas selectivas, que determinan si es mayor o menor la cantidad de energía desviada hacia el crecimiento a expensa de otros requerimientos importantes, como movimiento y reproducción (King, 1995).

Según, (Stauffer, 1973), las tres variables independientes que intervienen en el crecimiento son la ración de alimento, el tamaño del individuo y la temperatura. Por lo tanto, el crecimiento de los peces puede verse influenciado por factores como la temperatura y la salinidad, que son los

factores ambientales más comunes que repercuten directamente al metabolismo (Abdo-de la Parra *et al.*, 2012).

La determinación de la edad de *Lutjanus peru*, se ha efectuado mediante sus escamas. Tal como en los trabajos de: Castro (1981), realizado en aguas de Baja California Sur; Ruiz-Luna *et al.*, 1985, desarrollado en las costas de Michoacán, Guerrero y Oaxaca; Aguilar-Salazar, 1986. Sin embargo, estudios han encontrado que los otolitos proporcionan un registro adecuado del crecimiento que las escamas (Campana & Nielson, 1985).

El estudio de las estructuras de otolitos se utiliza en diversos tipos de estudios asociados a múltiples disciplinas, como la ecología trófica, la paleontología, la arqueología, la ecomorfología, la filogenia y la biología pesquera. Estos estudios con otolitos han sido comprobados especialmente en libros de resúmenes y volúmenes especiales derivados del international Otolith Symposium, cuya primera edición fue en Hilton Head (Estados Unidos) en 1993, luego en 1998 en Bergen (Noruega), en 2004 en Townsville (Australia), en 2009 en Monterey (Estados Unidos) y 2014 en Mallorca (España) (Morales-Nin & Geffen, 2015). Por lo tanto, la determinación de la edad y crecimiento es fundamento para comprender la biología de las especies y para una ordenación pesquera. En los campos de la ecología y la pesca, el análisis de crecimiento o los cambios en tamaño del pez puede examinar las tasas de desarrollo, sin embargo, la edad es un factor crucial en los estudios de crecimiento y sin conocer la edad de un pez, determinarla se convierte en un requisito previo necesario en los estudios de peces (Gulland, 1971; Haddon, 2001).

En los ambientes tropicales, los peces están expuesto a menores variaciones estacionales, lo que da lugar a marcas de crecimiento menos prominentes o incluso ausentes (Manooch, 1987). Sin embargo, Gonzáles (1977), indica que el uso de los otolitos en los peces tropicales tiene dificultad en la identificación de los anillos verdaderos o falsos. En la actualidad se ha mejorado el uso de las técnicas para la lectura de los otolitos, por lo tanto, existe una confiabilidad de estos (Morales-Nin, 1992). También, se ha demostrado la existencia de estas marcas en muchas especies y se ha establecida su utilidad para determinar la edad (Johnels, 1952; Manooch, 1987; Samuel *et al.*, 1987; Weatherley & Gill, 1989). Se ha recopilado numerosos estudios en relación sobre la reproducción (Grimes, 1987), los hábitos alimentarios (Parrish, 1987), el crecimiento (Manooch, 1987) y las primeras etapas de la vida (Leis, 1987).

Los primeros estudios fueron utilizando las escamas para determinar la edad y crecimiento a través de los anillos de crecimiento tanto estacionales, anuales como diarios (Creaser, 1926; Fry, 1943; Carlander, 1950). Después, empezaron a utilizarse los otolitos (Pannella, 1971; Yañez Arancibia & Leyton De Yañez, 1977; Chilton & Beamish, 1982; Bori, 1986; Casselman, 1990; Sadovy & Severin, 1992; Stevenson & Campana, 1992). También, los otolitos han sido utilizados para determinar la edad y crecimiento en peso o longitud en las especies como moluscos, crustáceos y peces para comprender la dinámica de las poblaciones y, para el manejo y gestión de los recursos pesqueros (Everhart & Youngs, 1981). Del mismo modo, conocer la edad de las especies es de gran interés, ya que permitir profundizar en estudios relacionados con el crecimiento, la dinámica de poblaciones, la gestión y conservación de las pesquerías (Bagenal, 1973; Granado, 2002).

Se han desarrollado distintas metodologías para determinar la edad, cada una con sus propias ventajas y desventajas según la calidad del muestreo (Ricker, 1975). El método utilizado para esta investigación es en el enfoque anatómico, que consiste en contar los anillos de crecimiento formados en las estructuras esqueléticas de los otolitos (Nielsen & Johnson, 1983; Cailleit *et al.*, 1986, & Morales-Nin, 1992). Debido a que los métodos anatómicos permiten determinar con relativa facilidad la edad y crecimiento (Bagenal & Tesch, 1978; Casselman, 1983; Beamish & McFarlane, 1987). Sin embargo, como en el caso de estudios de anillos e incrementos, la periodicidad de la formación de las marcas de crecimiento no puede darse como por supuesto, sino debe ser determinada para las clases de edad de la población a estudiar (FAO, 1992).

Las investigaciones han demostrado que existe una isometría entre el crecimiento de los otolitos y el tamaño del pez, aunque hay variaciones estacionales que depende del metabolismo, lo que permite registrar periodos de estrés fisiológico y crecimiento (Granado, 2002). Simultáneamente, se ha relacionado el estudio del crecimiento del cuerpo y el grosor de los incrementos de los otolitos, en relación con la tasa de crecimiento, que registra los periodos de estrés fisiológico y ambiental; así como las fluctuaciones del crecimiento causadas por la disminución del metabolismo ligada a la edad (Gutiérrez & Morales-Nin, 1986). Ralston & Miyamoto, 1981, 1983; Ralston, 1985, presentaron un método para determinar la edad en base al grosor de los incrementos en los otolitos. También, los estudios con el tamaño del otolito resultaron en función de la edad del pez, esto correlacionado estrechamente con la talla; es decir,

el grosor de los incrementos reflejará el crecimiento del organismo (Campana & Nielson, 1985; Gutiérrez & Morales-Nin, 1986). Además, de determinar la edad, los incrementos se han utilizado para estimar el reclutamiento y la mortalidad (Methot, 1981, 1983; Robertson *et al.*, 1988; Thomas, 1983).

Reibisch, (1899), descubrió que los otolitos podían utilizarse para determinar la edad y, desde entonces, estas piezas cristalinas se han estudiado ampliamente. Su investigación se centró en *Pleuronectes platessa*.

Nilsson, (1914), examinó escamas y algunos otolitos para determinar la edad de la caballa sueca, encontrando concordancia entre el número de anillos de las vértebras, las escamas y los otolitos.

Tesch, (1928), determinó la edad de las anguilas en Holanda mediante escamas y otolitos, pero descubrió que los otolitos eran demasiado gruesos para los especímenes más viejos.

Taning, (1938), estudió la edad del bacalao de las Feroe al sur de Islandia y proporcionó un método para obtener buenas secciones de ellos.

Blackburn, (1949), determinó que los otolitos no son adecuados para determinar la edad de las sardinas australianas *Sardinops neopilchardns* debido a las marcas anulares poco claras, a los numerosos anillos falsos y a la complicada manipulación.

Jones & Hynes, (1950), utilizaron otolitos de *Gasterosteus aculeatus*, *Pygosteus pungitius* y *Spinaehia vulgaris* en Birket, Inglaterra, para determinar su edad. Sin embargo, descubrieron que sólo el 0,36% de los otolitos de *G. aculeatus* y el 1,53% de los de *P. pungitius* eran ilegibles debido a la opacidad o a la presencia de múltiples anillos.

Faibridge, (1951), estudió los otolitos y crecimiento de *Neoplatycephalus maerodon* Ogilby, en Nueva Gales del Sur y comparó los otolitos de *N. macrodon* con fotografías de otolitos de otros peces marinos (platija, fletán, bacalao, merluza, sardina del Pacífico). Los resultados fueron comparables con los de merluza y bacalao.

Manooch & Drennon (1987), utilizaron cortes de otolitos para determinar la edad de *O. chrysurus* en las Islas Vírgenes, E.E.U.U y Puerto Rico. Encontrando que durante marzo a abril se registraba la formación de anillos anuales y pudieron asignar edades máximas de 17 años, informando que la especie tiene un periodo de vida mayor que los reportes anteriores.

Manooch (1987), realizó estudios sobre la edad y crecimiento de Lutjánidos, en diversas partes del mundo utilizando, escamas, otolitos y urohiales entre otros, que indican que el taxón abarca especies con un crecimiento relativamente lento, longevas y con un índice de mortalidad relativamente bajo. Aguilar (1986), estudió la edad y crecimiento de *Lutjanus peru*, en las costas de Michoacan, Guerrero y parte de Oaxaca (más al norte en la región de Manzanillo), donde su investigación se fundamentó sobre los aspectos biológicos y pesqueros de tres especies de Lutjánidos entre ellos *Lutjanus peru*. Rocha (1992), utilizó otolitos de *Lutjanus peru*, en la Bahía de la Paz, B. C.S., y logró determinar la edad en base a los anillos hialinos anuales, hasta el grupo de edad 14.

Pannella (1971), demostró que las capas concéntricas observadas a nivel microscópico eran formadas diariamente.

Morales-Nin (1992), señaló que la determinación de edad brinda información básica sobre la estructura de edad de la población, edad de primera madurez, frecuencia de puesta, las respuestas individuales y poblacionales frente a cambios en el hábitat, entre otros. También, identifica que la edad se puede determinar utilizando uno o más métodos, incluido el análisis de frecuencia de tamaño, la estimación directa, la extrapolación a toda la población, métodos anatómicos y el recuento de las características de crecimiento rítmico formadas en tejidos duros: como escamas, otolitos, vértebras, huesos alantoides. En algunos casos, los ritmos diarios son un fenómeno común en los organismos marinos debido al paralelismo y a la falta de una periodicidad definida para los aumentos. Este proceso es más difícil para determinar el ritmo al que se forman los aumentos en cada grupo de edad; sin embargo, es esencial para validar los resultados de edad en la población que se investiga.

Dioses (2013), determinó la edad y estimó el crecimiento del jurel *Trachurus murphyi*, mediante la lectura y medición de anillos anuales de crecimiento en 977 pares de otolitos de especímenes entre 3 y 71 cm de longitud total, colectados dentro del dominio marítimo peruano durante el año 1978, parte de 1977 y 1979. A partir de las medidas de los anillos anuales y sus respectivas tallas retrocalculadas, se estimaron los parámetros de crecimiento en longitud y peso de la ecuación de von Bertalanffy: longitud infinita (L_{∞}) = 80. Los resultados estimados fueron que el *T. murphyi* peruano, tendría mayor velocidad de crecimiento que el *T. murphyi* (sur).

1.2. MARCO TEÓRICO.

1.2.1. Pargo Seda.

El pargo rojo del pacífico *Lutjanus peru* (Nichols & Murphy, 1922) (Pisces: Lutjanidae), se distribuye a lo largo de las regiones tropicales y subtropicales, desde Baja California hasta Norte del Perú (Allen, 1985; Robertson & Allen, 2008; Bussing & López, 1994; Robertson & Allen, 2015; Garcés, 2021). En panamá, se pueden encontrar a una profundidad de 0-80 m, en aguas abiertas de fondos rocosos y arenosos (STRI, 2015). Sin embargo, Arellano *et al.*, (2001), indican que esta especie habita en las aguas costeras alrededor de fondos rocosos y arrecifes a profundidad de 30 a 100 m. Esta especie es un importante mesodepredador, aunque es considerado oportunista (Polovina & Ralston, 1987; Santamaría-Miranda *et al.*, 2003; Gallardo-Cabello *et al.*, 2010). Presenta una reproducción asincrónica y es un reproductor parcial con actividad reproductiva durante todo el año (Arellano *et al.*, 2001). Según, Grimes, (1987) los patrones de reproducción parecen depender del tamaño de la población y de su distribución. Por lo tanto, es una especie gonocórica de crecimiento lento, y alométrico que alcanzan tallas entre 95 a 99 cm de longitud LT (Rocha-Olivares, 1998; Robertson & Allen, 2015).

1.2.2. Microestructura del otolito.

El mecanismo auditivo de los peces ha sido investigado, y se da a través de los movimientos de los otolitos y la vejiga natatoria que se utiliza como caja de resonancia (Hawkins, 1993; Popper & Platt, 1993). El oído interno de los teleósteos está situado en la parte ventral del cerebro, al lado de la cabeza, formando un laberinto membranoso de tres canales semicirculares y tres cámaras denominadas sáculo (sacculus), utrículo (utricle) y lagena (lagena) (Popper & Lu, 2000). Cada una de las cámaras hay unas estructuras duras llamadas otolitos que se conocen como lapilli, asterisci y sagittae. Cada especie de teleósteos tienen características diferentes en cuanto a su forma y tamaño de sus otolitos (Secor *et al.*, 1992; Assis, 2000).

Los otolitos son complejos cuerpos policristalinos que actúan como órganos del equilibrio en el oído interno (Carlstrom, 1963; Gauldie, 1988). Forman parte del sistema acústico lateral de los peces actinoptérgios y sarcopterígeos (Gauldie, 1988). También, son concreciones formadas por la precipitación de sustancias presentes en el líquido linfático, pero no son huesos, porque no

presentan osteocitos y osteoclastos y no están formados por fosfato de calcio (Assis 2000; Wright *et al.*, 2002; Green *et al.*, 2009). Están formados por carbonato de calcio (97-99%) cristalizado en forma de aragonita o, raramente, calcita, apatita y pequeñas cantidades de otros minerales, insertados en una matriz proteínica orgánica denominada otolina (Degens, 1969; Morales-Nin, 1986, 1992; Pannella, 1971, 1974; Campana, 1999; Campana & Thorrold, 2001; Moyle & Cech, 2004). Normalmente, el sagitta se deposita por carbonato de calcio, en el lapillus se forma en aragonita, mientras que en asteriscus ocurre en forma vaterita. La vaterita se encuentra también en numerosos otolitos sagittae anormales o cristalizados (Gauldie *et al.*, 1997). Cada otolito contiene un epitelio sensorial con muchas células ciliadas mecano-receptoras presentando una relación entre los movimientos del epitelio y los otolitos, que al estimular las células se brinda una información sobre su posición en el ambiente (Popper & Lu, 2000; Popper *et al.*, 2003; Ladich & Popper, 2004).

El agregado de calcio es un proceso extracelular que se encuentra regulado hormonalmente e influenciado por variaciones en la temperatura (Morales-Nin, 1986). Sin embargo, la tasa de acumulación de calcio es más rápida a temperatura menores (Casselman, 1990). Los otolitos están situados en los laberintos membranosos en cada lado del neurocráneo, donde una vez al año se forman marcas anuales, también conocidas como anillos o anillos anuales, estas marcas aparecen durante períodos alternos de crecimiento rápido y lento, que reflejan influencias tanto internas como ambientales (Weatherley & Gill, 1987).

Los resultados de la formación de incrementos de crecimiento diario del otolito constan de una unidad continua o incremental y una unidad discontinua (Pannella, 1971; 1974; Dunkelberguer *et al.*, 1980). La zona incremental, está formada por microcristales aciculares de aragonito rodeados por la matriz orgánica y dispuestos transversalmente a la superficie del otolito. La zona discontinua, está compuesta principalmente por capas concéntricas de matriz orgánica (Mugiya *et al.*, 1981; Watabe *et al.*, 1982; Morales-Nin, 1986). Los peces teleósteos tienen tres tipos de otolitos: sagitta, asteriscus y lapillus, cada uno situado en su respectiva cámara ótica (Campana & Nielson, 1985). Estos tres pares de otolitos están relacionados con funciones de equilibrio y audición (Popper & Fray, 1993; Popper & Lu, 2000). Comparando las tres estructuras, la sagitta está situada en la parte inferior, tiene mayor tamaño y resistencia, por lo que siempre se utiliza para determinar la edad (Granada, 2002; FAO, 1982). Además, los otolitos sagitta tiene un gran

número de características identificativas por lo que son muy útiles en estudios de edad y crecimiento. Las características de los otolitos en relación para determinar la edad son: 1) Crece por aposición de materiales sobre su superficie, esta aposición cíclica es función de los ritmos internos del metabolismo del calcio (Simkiss, 1974) y de la síntesis aminoacídica. 2) Tiene funciones relacionadas con el equilibrio y la audición (López, 1948). 3) El grosor de los incrementos y la densidad de los microcristales depende de la fase de crecimiento (Irie, 1960).

El otolito crece cíclicamente depositando materiales en su superficie, lo que ayuda a regular el metabolismo interno del calcio y de la síntesis de aminoácidos (Morales-Nin, 1992). La velocidad a la que se depositan los materiales en la superficie de otolito está influenciada tanto por condiciones metabólicas como ambientales. Por ello, la temperatura tiene un efecto significativo en la amplitud del incremento de crecimiento. Las bandas opacas del otolito indican condiciones ambientales favorables para el crecimiento, como temperatura elevada y abundancia de alimento, en cambio; los anillos hialinos o traslúcidos menos densos se presentan en periodo desfavorables. Además, la anchura de las bandas esta influenciada por el estadio de vida y de los factores ambientales (Granado, 2002; King, 2007). También, en periodos de crecimiento activo los incrementos son gruesos con unidades discontinuas bien desarrolladas, en los períodos de crecimiento lento, los incrementos son más finos y los microcristales más compactos y continuos (Irie, 1960). Aunque, la formación diaria de crecimiento depende de los ritmos circadianos endocrinos que están sincronizados con el fotoperíodo y otros factores externos (Tanaka *et al.*, 1981; Radtke & Dean, 1982; Campana & Nielson, 1985). Campana & Neilson (1982, 1985) y Neilson & Green (1982), establecieron que la formación de bandas diarias es continua y está principalmente por procesos endocrinológicos de los peces.

1.2.2.1. Estudios sobre edad y crecimiento con el uso de otolitos.

Muños *et al.*, (1993), establecieron la utilización de los otolitos saggita o sagittae, como un método valido para determinar la edad de *Lutjanus peru*. Su análisis de 717 otolitos de peces recolectados entre marzo de 1989 y marzo de 1991, determinaron las longitudes totales, el patrón (± 1 mm), los pesos totales y eviscerado (± 5), y el sexo. Para validar la lectura de los otolitos se consideraron tres criterios: 1) La relación entre el tamaño del otolito y el del pez, 2) La periodicidad del marcado y 3) Consistencia en el marcado. Para estudiar la relación existente entre el tamaño del otolito y la talla, dividieron el recorrido de tallas de los peces con estratos

de 40 mm de longitud total (LT); encontrando resultados que muestran que el crecimiento en longitud de los otolitos guarda una estrecha relación con el crecimiento del pez.

González (1997), determinó en 451 organismos, la edad de *Lutjanus peru*, al realizar la lectura de los otolitos; utilizando el derecho o en su defecto el izquierdo de cada par; pudiendo asignar una edad a un total de 411 organismos. Además, valido un método de lectura que consistió en determinar la relación existente entre el crecimiento del pez y el de sus otolitos. Sus resultados muestran que los meses de mayo y junio de 1993, se caracterizaron por la escasez de individuos de estas especies, en los que sólo se colectaron 20 y 23 individuos respectivamente. La época de mayor abundancia fue en los meses de noviembre de 1993 con 62 organismos y febrero de 1994 con 58 organismos.

1.2.3. Factores ambientales que pueden afectar el crecimiento.

En el estudio del crecimiento de los peces, debe considerarse que la temperatura es el principal factor de control, que la proporción de alimento es la fuerza impulsora y que el peso del animal es el regulador de la tasa de consumo, el costo, la tasa de utilización (Bret, 1979). Existen factores directos relacionados con el crecimiento que provocan cambios en el hábitat dentro del rango de tolerancia del animal y en respuesta a cambios en el propio animal, muchos de estos factores actúan independientemente unos de otros, y algunos influyen en los cambios en el tamaño general, mientras que otros influyen en la forma del mismo, como la temperatura, alimento (cantidad, calidad, frecuencia, distribución), edad, sexo, madurez gonadal, factores genéticos, factores hormonales, densidad de la población y actividad del organismo (Everhart & Youngs, 1981).

1.2.3.1. Temperatura y Salinidad.

La temperatura es uno de los factores más relacionados con el crecimiento, y la tasa de crecimiento se acelera con el aumento de la temperatura registrado en el sistema de agua (Lagler *et al.*, 1990; Moyle & Cech, 2004). La temperatura puede afectar al metabolismo y la ingesta de alimentos, provocando cambios estacionales en el crecimiento. Por lo tanto, la temperatura óptima puede lograr un crecimiento rápido en la que el apetito es alto y los requisitos de

mantenimiento son bajos, pero cuando los requisitos de mantenimiento son altos, el crecimiento es mínimo a medida que los peces se vuelven más activos. (Lagler *et al.*, 1990). Según (Steffens, 1987), la mayoría de las especies presentan un rápido crecimiento con el aumento de la temperatura hasta un cierto punto, después de la temperatura óptima. Generalmente, este crecimiento descende precipitadamente, cuando las altas temperaturas resultan adversas. En los estudios del efecto de la salinidad sobre el crecimiento resulta una amplia variedad de especies con resultados muy variables (De Silva & Perera, 1976; Alliot *et al.*, 1983; Eisawy & Wassef, 1984; Dendrinis & Thorpe, 1985; McKay & Gjerde, 1985; McCormick *et al.*, 1989; Wurts & Stickney, 1993; Duston, 1994). Estas especies deben mantener una osmolaridad y sus concentraciones iónicas en un amplio rango ambiental, ya que, tienden a sufrir una serie de modificaciones morfofuncionales en sus órganos osmoreguladores (branquias, intestino y riñón) durante la adaptación a diferentes salinidades (Fuentes, 1994).

Según, Santamaría-Miranda *et al.*, (2003) indica que *L. peru* puede adaptarse a aumentos de temperatura entre 25 y 30 °C, los peces no sufren daño irreversible, pérdida en el equilibrio, paro respiratorio o interrupción en la alimentación. Mientras que, (Serrano *et al.*, 2010) señalaron que el pargo gris *L. griseus* prefiere salinidades intermedias entre 9 y 23 psu en condiciones de laboratorio y disminuye la actividad en salinidades extremas para compensar los mayores costos osmoreguladores. Aunque existe tendencia de un mejor crecimiento a 35 psu de salinidad. Sin embargo, no existe muchas referencias sobre el mínimo de salinidad para especies estrictamente marinas. Un estudio oceanográfico realizado en el Golfo de Chiriquí por el centro de Ciencias del Mar de la Universidad de Panamá, 1980. Obtuvieron resultados que la temperatura del agua superficial del Golfo de Chiriquí aumenta bruscamente en la temporada seca. Mientras que, la salinidad presenta el mismo patrón en el Golfo de Panamá. Aunque, el Golfo de Panamá durante la temporada seca presenta valores mayores que los del Golfo de Chiriquí. Los resultados de la comparación de los datos climáticos y oceanográficos del Golfo de Panamá y del Golfo de Chiriquí, fueron que el Golfo de Chiriquí puede presentar una temperatura entre 24.9 y 30.0°C, y la salinidad de la superficie del mar, puede estar entre 29.4 y 30.0 ‰ durante el año.

1.2.3.2. Nutrición.

Para considerar el crecimiento con relación a cualquier factor ambiental, se debe tener en cuenta el consumo de alimento (Calderer, 2001). Por ejemplo, si la temperatura aumenta, la cantidad de alimento consumido generalmente aumenta al igual que la tasa de digestión. El alimento o alimentación interactúa con otros factores como la temperatura y puede afectar el crecimiento de los organismos acuáticos, una nutrición adecuada es esencial para su crecimiento y supervivencia. (Everhart & Youngs, 1981; Lagler *et al.*, 1990; Moyle & Cech, 2004). Un factor importante que influye en el proceso de alimentación es durante las horas del día, mientras que la estación del año tiene una fuerte influencia en la temperatura del agua en las regiones templadas y frías, así como en los niveles del agua en regiones tropicales, pero también parece estar relacionada con la dieta de peces (Lagler *et al.*, 1990). También, la frecuencia de alimento es considerada las veces que un organismo se alimenta durante un ciclo diurno que depende de su metabolismo (Kuri-Nivón, 1991).

El estado nutricional, es uno de los factores más determinantes en el crecimiento de los peces o crustáceos. Cada especie tiene distintos hábitos alimenticios y requerimientos nutricionales específicos (D'Abramo *et al.*, 1997). Por lo tanto, no puede hablarse de un alimento con características óptimas para los organismos acuáticos en general (D'Abramo & Robinson, 1989). La calidad de los nutrientes juega un papel importante, ya que las células obtienen energía de los aminoácidos para crecer. Por otro lado, si una proteína no tiene el perfil de aminoácidos apropiado, la porción de la proteína se utiliza como energía en lugar de como sustrato de crecimiento (Fuller *et al.*, 1977; Company *et al.*, 1999). La energía proviene de los macronutrientes como proteínas, grasas, carbohidratos; sabiendo que los aminoácidos son utilizados para la formación de tejidos y hormonas, y lípidos y carbohidratos se utilizan principalmente para la producción de energía (Lehninger, 1995; Martínez-Porchas, 2005). Cuando los alimentos contienen mucha energía y poca proteína, los organismos satisfacen sus necesidades energéticas, pero no tienen suficiente sustrato para formar tejidos y estructuras, mientras tanto, cuando la proteína es alta y la energía baja, el organismo no tiene suficiente energía para realizar sus funciones básicas y obtiene energía de aminoácidos (lo que no es rentable). Por lo que, se requiere una mayor cantidad de ATP para obtener energía a partir de estos compuestos (Dokken, 1987; Martínez-Porchas *et al.*, 2009; Lehninger, 1995). Además, los

macronutrientes como vitaminas y minerales son esenciales para una dieta, los minerales que estén deficientes tendrán un efecto negativo sobre el crecimiento, al igual que una inadecuada proporción entre distintas vitaminas y minerales (Watanabe *et al.*, 1997; D'Abramo & Robinson, 1989).

Existen estudios sobre la biología trófica de la familia Lutjanidae (Aguilar-Betancourt *et al.*, 1992; Guevara-Carrió *et al.*, 1994). La cual, es depredadora con hábitos alimentarios diferentes (Polovina & Ralston, 1987). La mayoría de los estudios indican que la alimentación de *Lutjanus peru*, son crustáceos y peces (Allen & Robertson, 1994); aunque, consumen una gran variedad de organismos bentónicos, entre ellos los crustáceos (Randall, 1967). Principalmente, estas especies se alimentan de un especto amplio de presas y que cuando están en el mismo hábitat, compiten por los mismos recursos tróficos, presentando niveles de traslape dietético relativamente altos entre las distintas especies (Chiappa Carrara *et al.*, 2004).

CAPÍTULO II

2.1. MARCO METODOLÓGICO.

Para esta investigación, el material biológico del pargo seda *Lutjanus peru*, proviene de las capturas realizadas Golfo de Chiriquí por el Océano Pacífico Occidental, dentro de la zona de impacto directo e indirecto del Parque Nacional Coiba. Todos los organismos fueron capturados por pescadores de la cooperativa del Puerto de Remedios del Golfo de Chiriquí el 21 de diciembre del 2022, el 4 de junio del 2023 y el 18 junio del 2023. Una vez realizada la compra de los especímenes fueron transportados al Laboratorio marino de Ciencias del Mar y Limnología de la Universidad de Panamá, ubicado en isla Naos, en donde se realizaron las mediciones de la longitud total (LT) de los especímenes en cms, utilizando un ictiómetro de vidrio graduado; además, se realizó la extracción de los otolitos utilizando sed de cuchillos y juego de disección y su respectiva medición cms, utilizando una regla graduada.

2.1.1. Diseño Experimental.

Se utilizaron 299 especímenes de pargo seda, provenientes de la zona de impacto directo e indirecto del Parque Nacional Coiba dentro del Golfo de Chiriquí. Estos mismos se les realizo mediciones de longitud total para cada espécimen con un ictiómetro graduado. También, se realizó la extracción y limpieza de 598 otolitos provenientes de los 299 especímenes de *Lutjanus peru*, luego, la talla de los peces se estimó en base al momento de mediciones de longitud total de cada muestra (Fig. 1). Con lo que se construyó una base de datos, la primera variable: Longitud total (LT) en centímetros.

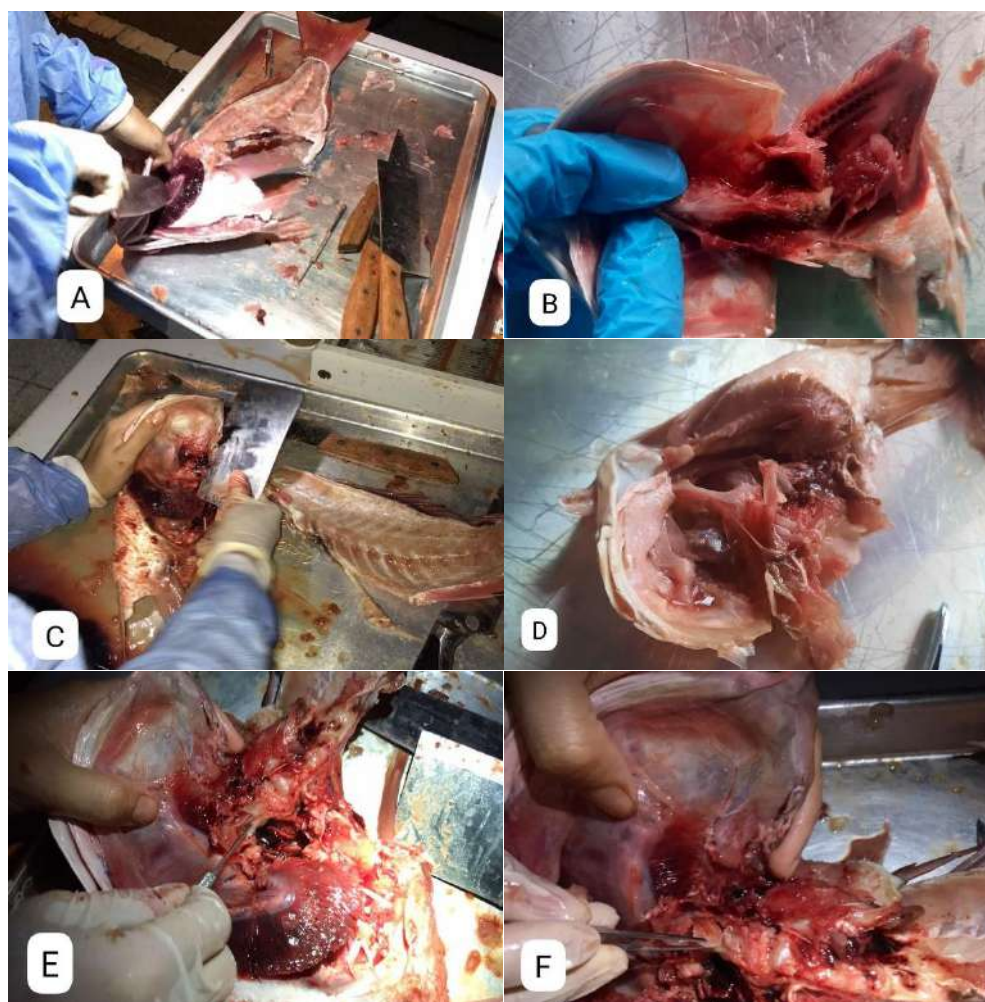
Figura 1. Medidas longitudinales de los especímenes de *Lutjanus peru*.



2.1.1.1. Colecta de los otolitos de *Lutjanus peru*.

Utilizando un cuchillo se realizó una disección del cráneo para separar las branquias de cada individuo, y acceder a las cámaras óticas. Después, se realizó una incisión en la zona ventral de cámara ótica hasta que se partiera utilizando un cuchillo como palanca para exponer el sáculo y extraer los otolitos con unas pinzas finas de disección (Fig. 2).

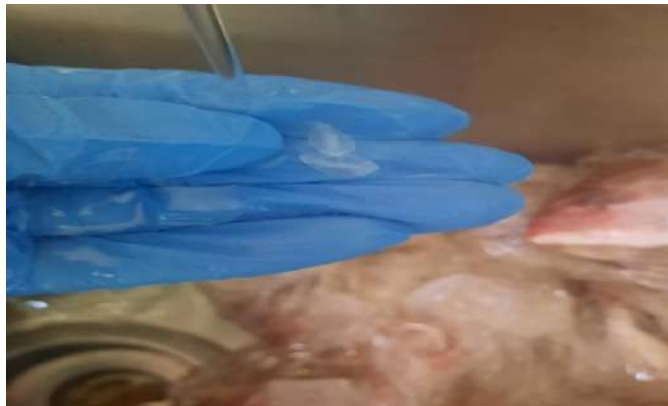
Figura. 2: A. Corte de las branquias B. Exposición de la cámara ótica C. Corte de la cámara ótica D. Ruptura de la cámara E. Otolitos expuestos F. Extracción de los otolitos.



2.1.1.2. Limpieza de los otolitos de *Lutjanus peru*.

Luego de la extracción de los otolitos sagitta, se limpiaron con un cepillo de cerdas suaves con una solución débil de agua jabonosa y se enjuagaron con agua de la llave, eliminando todos los residuos de membranas y tejido accesorio (Chilton & Beamish, 1982) (Fig. 3).

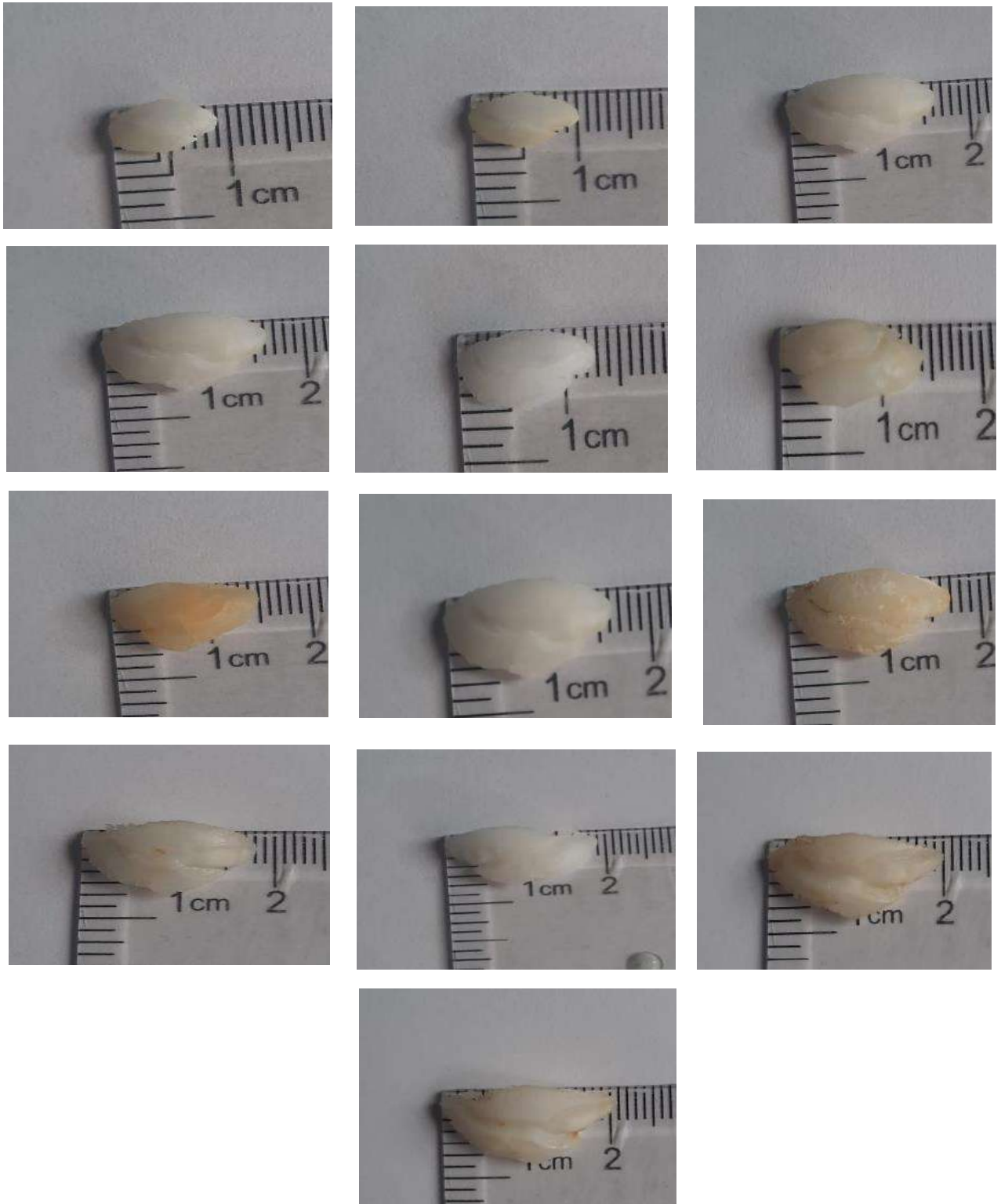
Figura 3. Limpieza de los residuos de tejidos en cada par de otolitos.



2.1.1.3. Conservación de los otolitos de *Lutjanus peru*.

El par de otolitos sagitta se almacenaron y se conservaron en sobres pequeños de papel manila. Posteriormente, se obtuvo la segunda variable, realizando la medición del largo de los otolitos (Fig. 4). Estas estructuras son conservativas por el material que están formados, ya que no se reabsorbe ni se altera.

Figura 4. Mediciones de los otolitos de *Lutjanus peru*.



2.1.1.4. Lectura de los anillos de otolitos de *Lutjanus peru*.

Antes de realizar la lectura de cada uno de los dos otolitos de cada espécimen, se le agregaba al primero 1 a 2 gotas de aceite vegetal durante 10 minutos, y al segundo otolito se le agregaba 1 a 5 gotas de aceite vegetal, tostándose este por unos veinte segundos sobre un pedazo de papel aluminio de 10 cm aplicando calor con un encendedor, para aumentar el contraste de los anillos por efecto del calentamiento (Christensen, 1964), para luego realizar la lectura de los anillos. La medición de los anillos de los otolitos empieza con el primordium definido, ya que es el punto de partida de la formación del otolito, debido a que el primordium es resultado de la deposición de los primeros gránulos de carbonato de calcio (Wright *et al.*, 2002). Sin embargo, el primordium no puede visualizarse, pero existe una región central opaca, que es el núcleo, que se utilizó como referencia para las lecturas; ya que el mismo es considerado un anillo de crecimiento, tal como lo considera Morales-Nin (1992), quien indico que el conjunto de una zona opaca y otra translúcida son un anillo. También, se consideró que las zonas traslucidas en los otolitos sagitta, representan anillos de crecimiento lento. La observación de los otolitos se efectuó en un estereoscopio trinocular, con un iluminador de laboratorio, donde se colocó cada otolito en una platina y las muestras se observaron de un fondo color negro (Johnson, 1983) (Fig. 4). Para la tercera variable (edad), se realizó el conteo de los incrementos desde el centro del núcleo al medio de borde anterior de cada zona hialina. Cada zona, se identificó con un número que indica la edad correspondiente en años.

Figura 5. Observación de las muestras del número de anillos en los otolitos.



2.1.2. Descripción operacional de las variables.

Variable: Longitud Total de especímenes de *Lutjanus peru*.

Definición del concepto: es la distancia que se extiende desde su mandíbula hasta donde se proyectan ambos lóbulos de la aleta caudal plegada.

Variable: Edad de especímenes de *Lutjanus peru*.

Definición del concepto: es la medida de tiempo transcurrido desde el nacimiento (en días, meses o años).

Variable: Otolito de especímenes de *Lutjanus peru* (tamaño).

Definición del concepto: es una estructura dura en los peces que forman parte del oído interno o laberinto, y son complejos cuerpos policristalinos que actúan como órganos del equilibrio en el oído interno, el cual su tamaño se mide en centímetros.

2.1.3. Análisis estadístico.

Para realizar la estadística de los datos de la investigación se realizaron: gráfica de histograma, gráfica de barras, gráficas de regresión lineal, grafica de cajas, grafica de bigotes, grafica de columna y dendogramas. Por lo que, se utilizó el programa Microsoft Excel 365, versión 2312 del 2016, en el cual, se realizó: histograma de frecuencia de la longitud total de los especímenes con un anillo y edad de un año; histograma de frecuencia de la longitud total de los especímenes con dos anillos y edad de dos años; histograma de frecuencia de la longitud total de los especímenes con tres anillos y edad de tres años; histograma de frecuencia de la longitud total de los especímenes con cuatros anillos y edad de cuatro años; histograma de frecuencia de la longitud total de los especímenes con cinco anillos y edad de cinco años, barras de los intervalos de longitud de los especímenes versus número de anillo en otolito y, columna del número de individuos según el número de anillo. El programa Microsoft Excel 365, versión 2312 del 2016 y el programa Past Project 4.03, versión 1000 del 2020 se realizó: regresión lineal de la correlación de Pearson de edad (años) versus el tamaño del otolito y, la correlación de Pearson de la longitud total versus el tamaño del otolito. El programa R Core Team, versión 4.3.1 del 2023, versión se realizó cajas y bigotes de la longitud total versus tamaño promedio de los

otolitos y edad versus el tamaño promedio del otolito, dendogramas para la relación de frecuencia por intervalos de longitud versus número de anillo, edad versus el tamaño del otolito y longitud total versus el tamaño del otolito.

CAPÍTULO IV

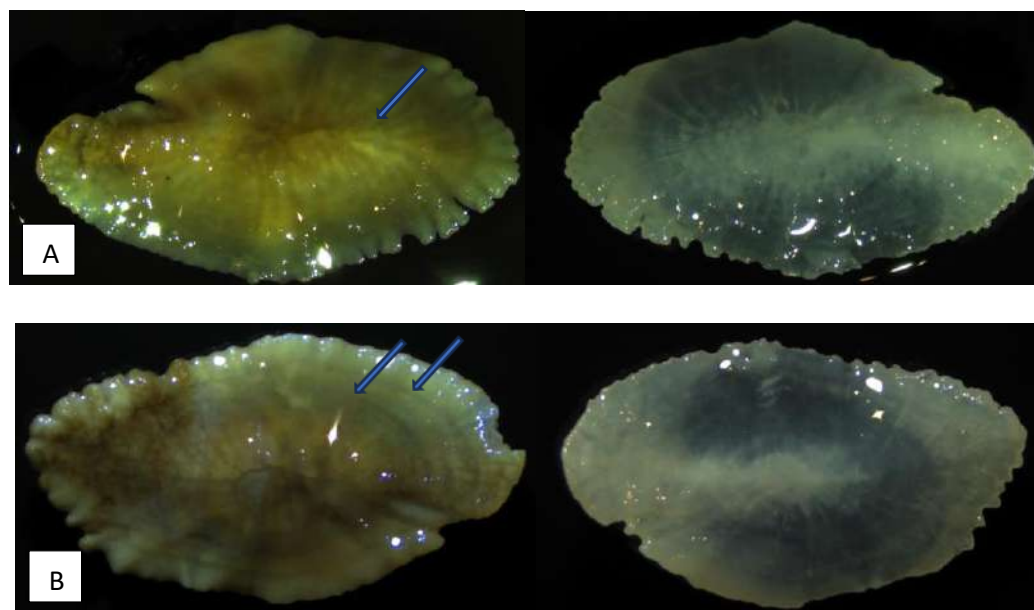
4.1. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

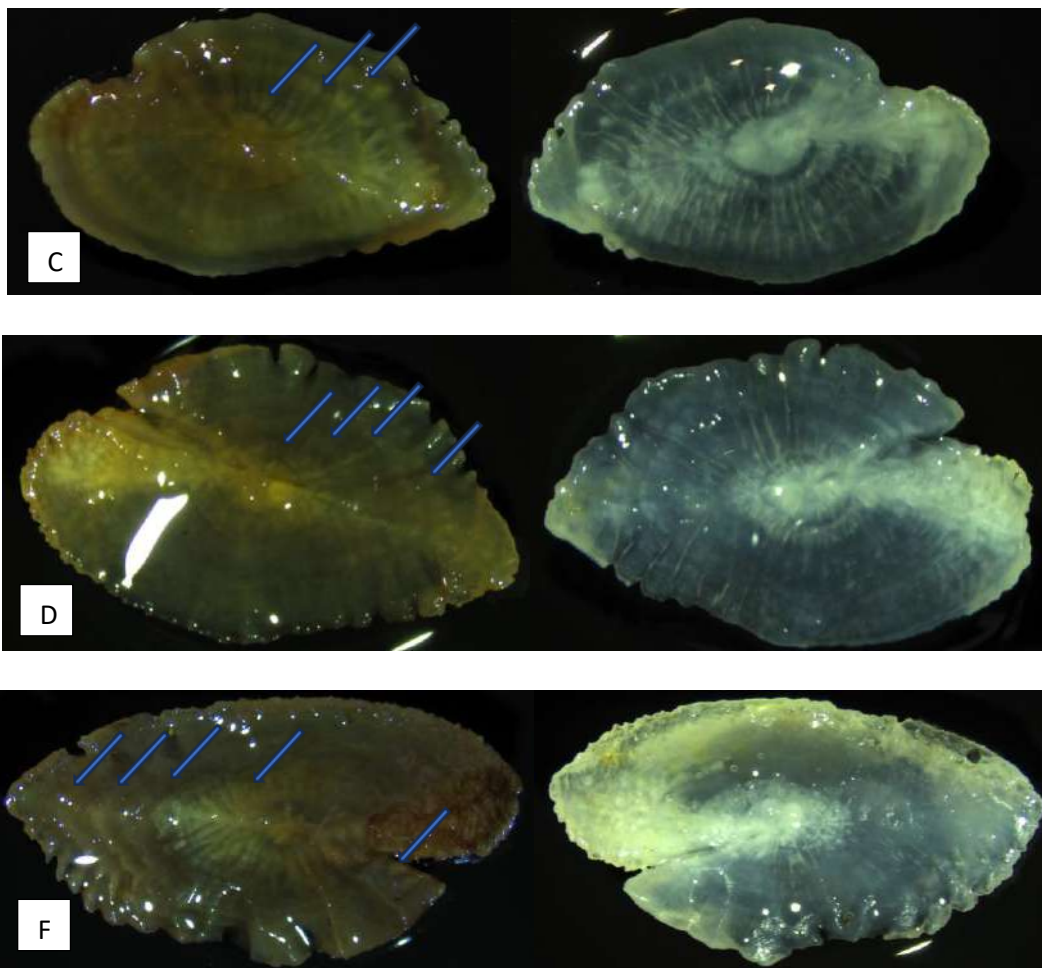
4.1.1. Determinación de los grupos de edad a través de los otolitos.

Se extrajeron 598 otolitos de un total de 299 especímenes de *Lutjanus peru*, a los que se le realizó la medición de su longitud total y el número de anillos presentes en los mismos. La población de estudio estuvo constituida por 5 grupos de edades (1 a 5 años) (Fig. 6). Las longitudes totales obtenidas estuvieron en los siguientes: 21.0 a 29.4 cm (Grupo 1+) (Fig. 7, tabla 1); 22.0 a 34 cm (Grupo 2+) (Fig. 8, tabla 2); 23.2 a 55.2 cm (Grupo 3+) (Fig. 9, tabla 3); 36.9 a 71 cm (Grupo 4+) (Fig. 10, tabla 4); 51.1 a 72.1 cm (Grupo 5+) (Fig. 11, tabla 5).

Morales & González (2009), determinaron en un estudio grupos de edades de la población de *Haemulon steindachneri*, los cuales estuvieron comprendidos en cuatro grupos de edad cuyas longitudes de los especímenes estaban entre: 39 a 107 mm (Grupo 1+), entre 65 a 149 mm (Grupo 2+), entre 83 a 182 mm (Grupo 3+), y entre 113 a 189 mm (Grupo 4+).

Figura 6. Imágenes de otolitos de especímenes de *Lutjanus peru*, con uno, dos, tres, cuatro y cinco anillos con su respectiva longitud en centímetros.





Lectura de los otolitos del pez pargo seda, A. Grupo de edad 1: $L = 1$ cm, B. Grupo de edad 2: $L = 1.1$ cm, C. Grupo de edad 3: $L = 1$ cm, D. Grupo de edad 4: $L = 1.2$ cm, F. Grupo de edad 5: $L = 1.7$ cm.

Tabla 1. Frecuencia de individuos vs longitud total del pez *Lutjanus peru*, en otolitos con un anillo.

Longitud Total (cm)	Edad del pez (años)
21	1
22	1
22.3	1
22.5	1
22.6	1
22.6	1
22.7	1
22.8	1
23.1	1
23.2	1

23.2	1
23.2	1
23.4	1
23.5	1
23.6	1
23.8	1
23.8	1
23.8	1
23.8	1
23.8	1
23.9	1
24	1

24	1
24.1	1
24.2	1
24.2	1
24.4	1
24.5	1
24.5	1
24.5	1
24.8	1
24.9	1
25	1
25	1
25.1	1
25.1	1
25.4	1
25.4	1
25.5	1
25.5	1
25.8	1
25.9	1
26	1
26	1
26	1

26	1
26	1
26	1
26.1	1
26.1	1
26.4	1
26.4	1
26.5	1
26.7	1
26.7	1
26.7	1
26.8	1
26.8	1
26.9	1
27	1
27	1
27.1	1
27.4	1
27.7	1
28.2	1
28.3	1
29.4	1

Figura 7. Frecuencia de la longitud total de los especímenes de *Lutjanus peru*, con un anillo y edad de un año.

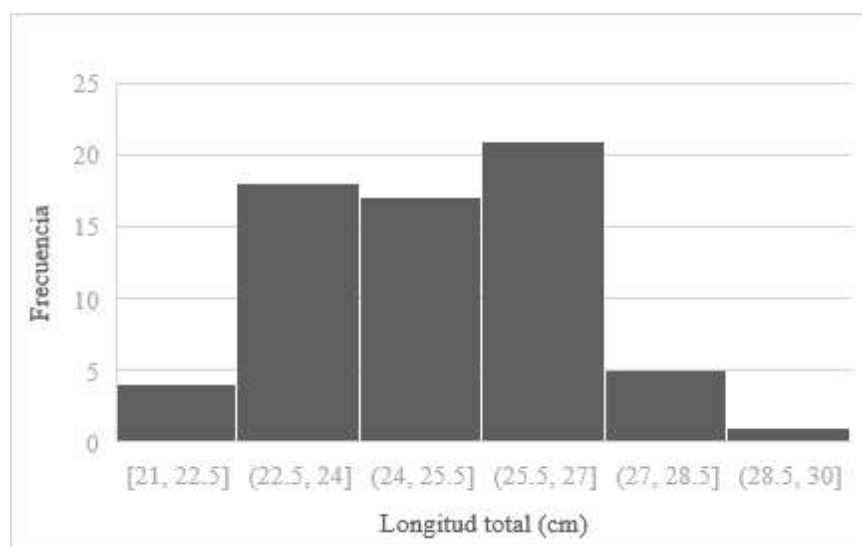


Tabla 2. Frecuencia de individuos vs longitud total del pez *Lutjanus peru*, en otolitos con dos anillos.

Longitud Total (cm)	Edad del pez (años)
22	2
22.2	2
22.5	2
22.5	2
23.2	2
23.2	2
23.2	2
23.4	2
23.6	2
23.6	2
23.7	2
23.8	2
23.8	2
23.9	2
24	2
24	2
24.1	2
24.2	2
24.3	2
24.5	2
24.6	2
24.6	2
24.6	2
24.8	2
24.8	2
24.9	2
24.9	2
25	2
25.2	2
25.2	2
25.4	2
25.5	2
25.5	2
25.6	2
25.6	2
25.6	2
25.6	2

25.9	2
26	2
26	2
26	2
26	2
26.1	2
26.2	2
26.2	2
26.3	2
26.5	2
26.5	2
26.5	2
26.5	2
26.5	2
26.5	2
26.6	2
26.6	2
26.7	2
26.8	2
26.9	2
26.9	2
26.9	2
26.9	2
26.9	2
26.9	2
27	2
27	2
27	2
27.1	2
27.1	2
27.1	2
27.1	2
27.2	2
27.2	2
27.3	2
27.4	2
27.5	2
27.5	2
27.5	2

27.5	2
27.6	2
27.6	2
27.8	2
27.9	2
27.9	2
28	2
28	2
28.1	2
28.2	2
28.3	2
28.4	2
28.5	2
28.6	2
28.6	2
28.6	2
28.7	2
28.8	2
28.8	2
29	2
29.1	2
29.1	2
29.2	2
29.2	2

29.2	2
29.4	2
29.4	2
29.5	2
29.6	2
29.7	2
29.9	2
30	2
30	2
30	2
30.3	2
30.4	2
30.5	2
30.6	2
31	2
31.5	2
31.5	2
31.7	2
32.2	2
32.3	2
32.4	2
32.9	2
34	2

Figura 8. Frecuencia de la longitud total de los especímenes de *Lutjanus peru*, con dos anillos y edad de dos años.

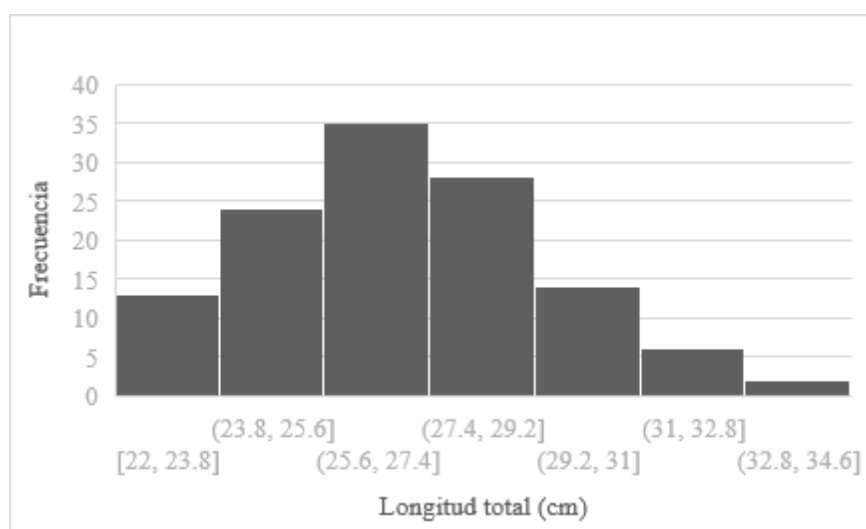


Tabla 3. Frecuencia de individuos vs longitud total del pez *Lutjanus peru*, en otolitos con tres anillos.

Longitud Total (cm)	Edad del pez (años)
23.3	3
25.5	3
27.1	3
27.1	3
28	3
29.5	3
30	3
30.6	3
31	3
32.1	3
32.5	3

32.9	3
33	3
35.5	3
35.5	3
37	3
37.8	3
38.5	3
40.4	3
46	3
49.3	3
49.5	3
55.2	3

Figura 9. Frecuencia de la longitud total de los especímenes de *Lutjanus peru*, con tres anillos y edad de tres años.

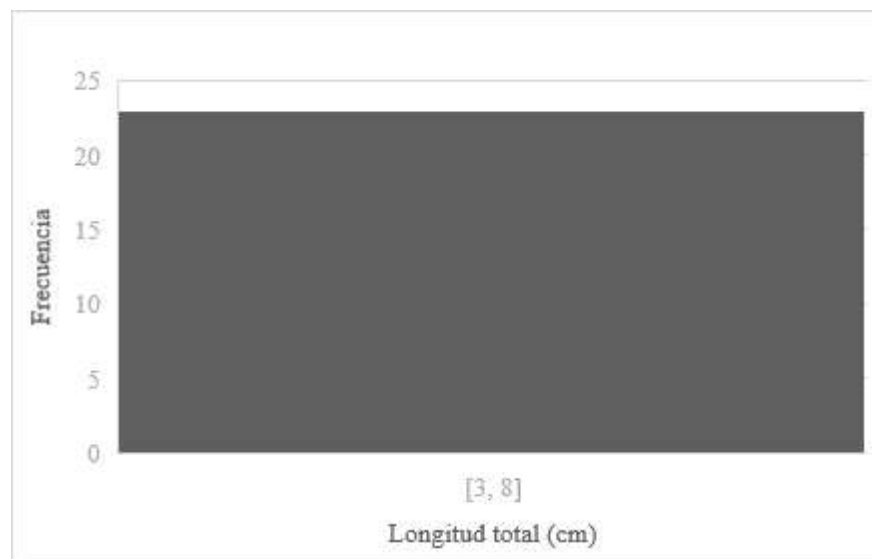


Tabla 4. Frecuencia de individuos vs longitud total del pez *Lutjanus peru*, en otolitos con cuatros anillos.

Longitud Total (cm)	Edad del pez (años)
36.9	4
38.4	4
38.7	4
39.4	4
40.4	4
40.4	4
40.9	4
41.1	4
41.5	4
41.7	4
42.4	4
42.8	4
42.9	4
43	4
43.5	4
44.3	4
44.5	4
45	4
45.5	4
45.7	4
45.8	4
46.6	4
46.7	4
46.8	4
47	4
47.1	4
47.4	4
47.5	4
47.6	4
47.8	4
48	4
48	4
48	4
48.5	4
48.8	4
48.9	4
49.1	4

49.1	4
49.2	4
49.3	4
49.4	4
49.6	4
49.8	4
50	4
50.1	4
50.3	4
50.6	4
51	4
51	4
51	4
51	4
51.1	4
51.4	4
51.8	4
51.9	4
52	4
52.1	4
52.1	4
53	4
53	4
53.5	4
53.5	4
54	4
54.2	4
54.2	4
54.7	4
55.2	4
55.4	4
55.6	4
55.9	4
56	4
57	4
57.3	4
59.3	4
60.6	4

63	4
64.6	4
65.1	4

69.1	4
71	4

Figura 10. Frecuencia de la longitud total de los especímenes de *Lutjanus peru*, con cuatros anillos y edad de cuatros años.

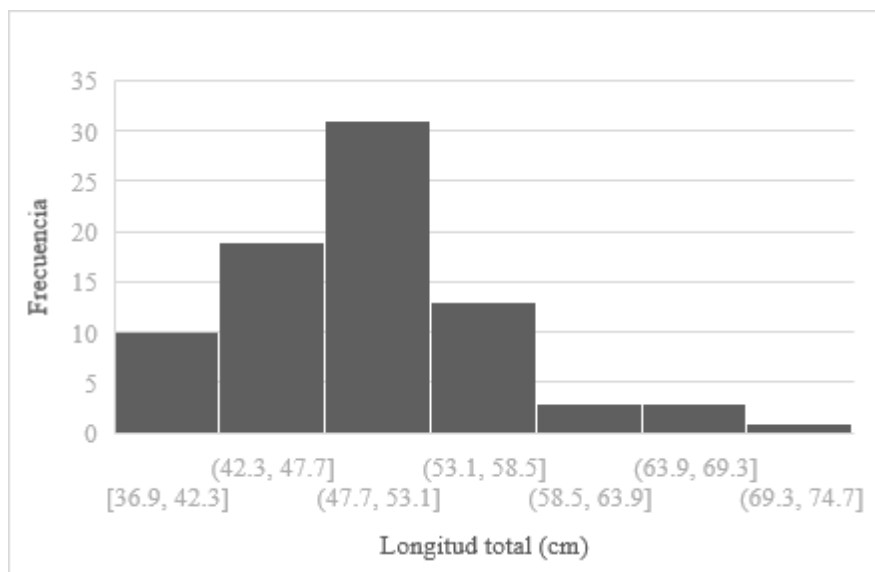
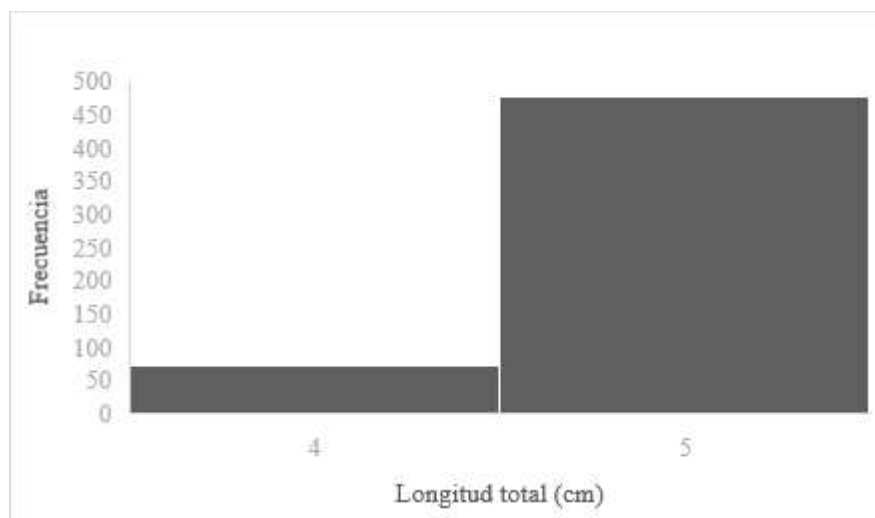


Tabla 5. Frecuencia de individuos vs longitud total del pez *Lutjanus peru*, en otolitos con cinco anillos.

Longitud Total (cm)	Edad del pez (años)
51.1	5
54	5
54	5
57.1	5
59.9	5
62.9	5
63.6	5
72.1	5

Figura 11. Frecuencia de la longitud total de los especímenes de *Lutjanus peru*, con cinco anillos y edad de cinco años.



4.1.2. Intervalos de la longitud total de los especímenes de *Lutjanus peru*, versus el tamaño de los otolitos.

Debido a que el tamaño del otolito en centímetros no presenta una longitud total específica para los organismos de la especie *Lutjanus peru*, se establecieron intervalos de longitud total de los especímenes dependiendo del tamaño del otolito. Los intervalos de longitud del tamaño de los especímenes, se estableció en doce unidades por intervalo, siendo estos: 21-24 cms, 25-28 cms, 29-32 cms, 33-36 cms, 37-40 cms, 41-44 cms, 45-48 cms, 49-52 cms, 53-56 cms, 57-60 cms, 62-65 cms y 69-72 cms. Estos intervalos se establecieron debido a que el tamaño del otolito que tenían los especímenes variaba de tamaño según el número de anillo presentes en el mismo.

Goicochea *et al* (2013), observaron en sus resultados con jureles *Trachurus murphyi*, tallas entre 6 y 60 cm de longitud total. El máximo de número de anillos en los otolitos de esta especie fue de 7, equivalentes de 1 a 7 años. En el grupo de edad de un año con un anillo, la longitud de los especímenes estuvo entre 9.5 y 53.7 cm. La separación de los grupos de edad fue clara, excepto los dos últimos grupos. Otros estudios realizados de Dioses (1995, 2013), para la especie

Trachurus murphyi durante los años 1977-1979, encontró muestras de los especímenes estudiados entre 3 y 71 cm de longitud total y un número de anillo observados de 11. Mientras que, la especie *Lutjanus peru* presentó entre 21 y 72 cm de longitud de total y un número de anillos en los otolitos de 5, equivalentes a cinco años. En el estudio se establecieron intervalos de longitud total de 4 cms ubicándose la longitud de los individuos que presentaban: un anillo, dos anillos, tres anillos, cuatro anillo y cinco anillos (Tabla 6, Fig. 12, Fig. 13).

Tabla 6. Intervalos de longitud de los especímenes de *Lutjanus peru* versus número de anillo en otolitos.

Intervalos de Longitud (cms)	Número de anillos en otolito					Total
	1 anillo	2 anillo	3 anillo	4 anillo	5 anillo	
21-24	31	27	1	-	-	59
25-28	34	67	4	-	-	105
29-32	1	27	7	-	-	35
33-36	-	1	3	1	-	5
37-40	-	-	4	6	-	10
41-44	-	-	-	10	-	10
45-48	-	-	1	19	-	20
49-52	-	-	2	22	1	25
53-56	-	-	1	13	2	16
57-60	-	-	-	4	2	6
62-65	-	-	-	3	2	5
69-72	-	-	-	2	1	3
Total	66	122	23	80	8	299

Figura 12. Representación de los intervalos de longitud de los especímenes de *Lutjanus peru*, versus número de anillo en otolitos.

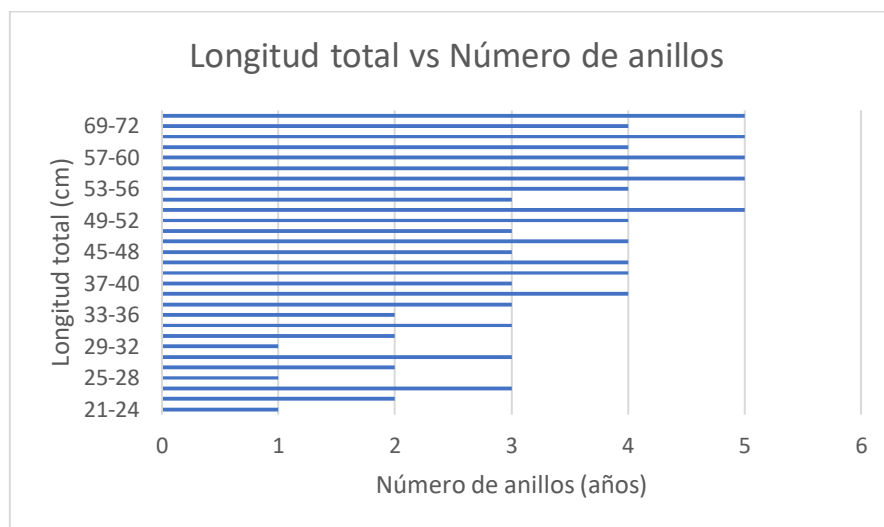
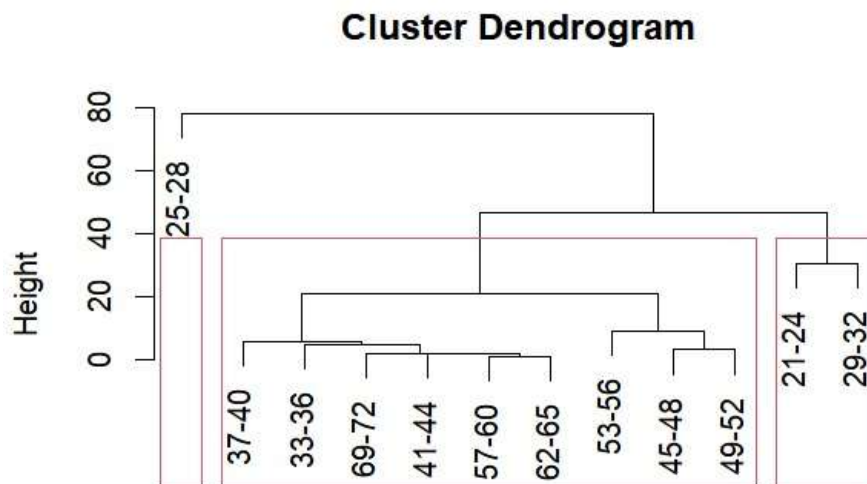


Figura 13. Dendrograma: relación de frecuencias por intervalos de longitud versus número de anillo presente en los otolitos de *Lutjanus peru*.



4.1.3. Relación de la edad con el tamaño del otolito.

Tabla 7. Correlación de la edad de los especímenes de *Lutjanus peru*, versus el tamaño del otolito.

Tamaño promedio del otolito (cms)	Edad del pez (1 años)
1.1	1
1.1	1
1	1
1.1	1
1	1
1.1	1
1.1	1
1.1	1
1.1	1
1	1
1	1
1.1	1
0.9	1
1	1
1.1	1
1	1
1	1
1	1
1	1
1	1
1	1
1.1	1
1	1

1.1	1
1	1
1	1
1.1	1
1.1	1
1.1	1
1.1	1
1	1
1	1
1.1	1
1.1	1
1.1	1
1	1
1	1
1	1
1.1	1
1	1
1.2	1
1	1
1	1
1	1
1.1	1
1	1
1.2	1
1	1
1	1
1	1
1.1	1

1.1	1
1.1	1
1.1	1
1.2	1
1	1
1.1	1
1.1	1
1	1
1.1	1
1	1
1	1
1	1
1	1
0.9	1
1.1	1
1	1
1	1
1.1	1
1.1	1
1.1	1
1.1	1

Tamaño promedio del otolito (cms)	Edad del pez (2 años)
1.1	2
1.1	2
1.2	2
1.1	2
1.1	2
1.1	2
1.1	2
1.1	2
1.1	2
1.2	2

1.2	2
1.2	2
1.2	2
1.2	2
1.2	2
1.1	2
1.2	2
1.2	2
1.1	2

1.1	2
1.2	2
1.1	2
1.3	2
1.1	2
1.2	2
1.2	2
1.2	2
1.1	2
1.1	2

1.2	2
1.1	2
1.2	2
1.1	2
1.2	2
1.1	2
1.1	2
1.2	2
1.1	2
1	2
1	2
1.1	2
1	2
1.1	2
1.1	2
1.2	2
1.2	2
1.2	2
1	2
1.2	2
1.1	2
1.1	2
1	2
1.3	2
1.1	2
1.2	2
1.2	2
1.15	2
1.2	2
1.1	2
1.1	2

1	2
1.1	2
1.1	2
1	2
1.1	2
1.1	2
1	2
1.2	2
1.1	2
1.1	2
1	2
1.2	2
1.2	2
1.1	2
1.2	2
1.2	2
1.2	2
1.1	2
1.1	2
1.1	2
1	2
1.1	2
1.1	2
1.1	2
1.3	2
1.1	2
1.2	2
1	2
1.2	2
1.2	2
1.1	2
1.1	2

1	2
1	2
1.1	2
1.1	2
0.9	2
1.1	2
1.1	2
1.1	2
1.1	2
1.2	2
1.1	2
1.1	2
1.1	2
1.1	2
1	2
1.2	2
1.1	2
1.2	2
1.2	2
1.1	2
1	2
1.2	2
1.2	2
1.1	2
1.2	2
1.1	2
1	2
1.1	2
1.2	2
1.1	2
1.1	2

Tamaño promedio del otolito (cm)	Edad del pez (3 años)
1.4	3
1.5	3
1.5	3
1.3	3
1.2	3
1.2	3
1.2	3

1.3	3
1.3	3
1.3	3
1.3	3
1.3	3
1.1	3
1.3	3
1.3	3

1.4	3
1.2	3
1.4	3
1	3
1.2	3
1.2	3
1.4	3
1.5	3

Tamaño promedio del otolito (cm)	Edad del pez (años)
1.6	4
1.7	4
1.6	4
1.6	4
1.7	4
1.8	4
1.7	4
1.9	4
1.8	4
1.7	4
1.7	4
1.7	4
1.8	4
1.7	4
1.7	4
1.7	4
1.7	4
1.7	4
1.7	4
1.7	4
1.8	4
1.6	4
1.8	4
1.8	4
1.7	4
2.1	4
1.8	4

1.9	4
1.7	4
1.7	4
1.6	4
1.7	4
1.7	4
1.7	4
1.5	4
1.5	4
1.6	4
1.9	4
1.6	4
1.6	4
1.6	4
1.6	4
1.6	4
1.5	4
1.6	4
1.7	4
1.9	4
1.6	4
1.6	4
1.7	4
1.6	4
1.5	4
1.7	4

1.5	4
1.7	4
1.6	4
1.4	4
1.5	4
1.5	4
1.5	4
1.4	4
1.5	4
1.7	4
1.6	4
1.7	4
1.2	4
1.6	4
1.5	4
1.4	4
1.6	4
1.6	4
1.6	4
1.6	4
1.4	4
1.6	4
1.4	4
1.5	4
1.6	4
1.7	4

Tamaño promedio del otolito (cm)	Edad del pez (años)
1.9	5
2	5
1.8	5
2	5
1.8	5
2	5
1.7	5
1.7	5

Figura 14. Correlación de Pearson de edad (años) versus el tamaño del otolito de *Lutjanus peru*.

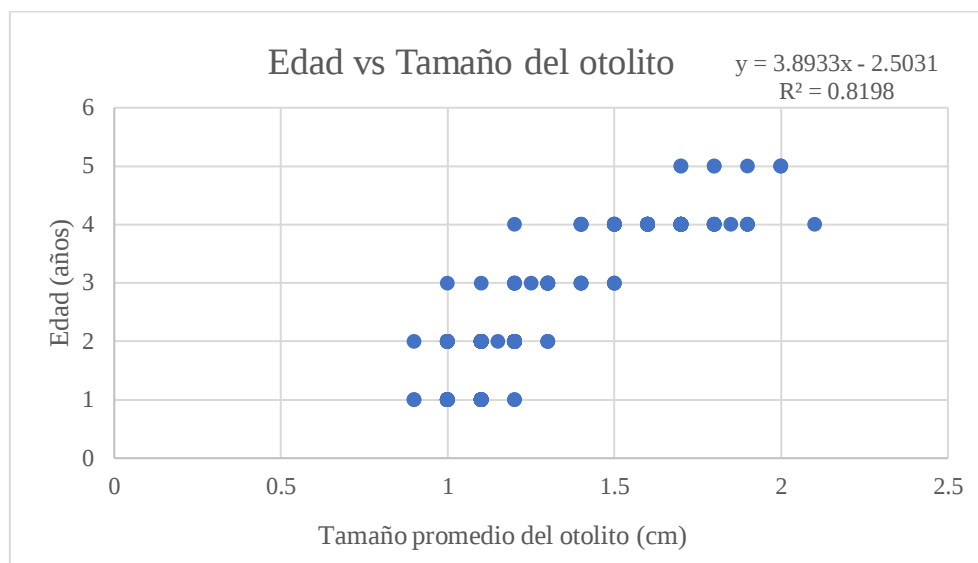


Figura 15. Representación de edad (años) versus el tamaño promedio del otolito de *Lutjanus peru*.

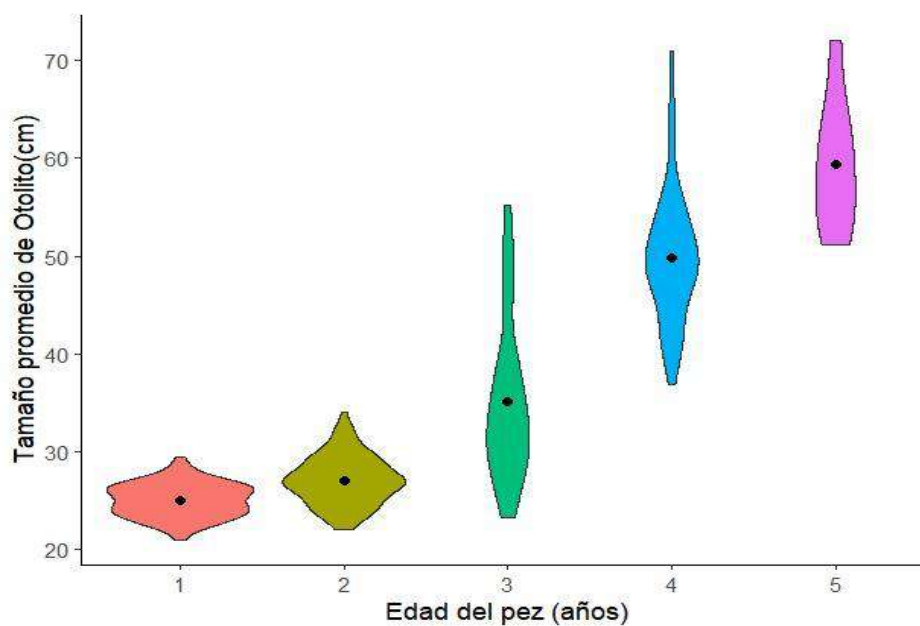
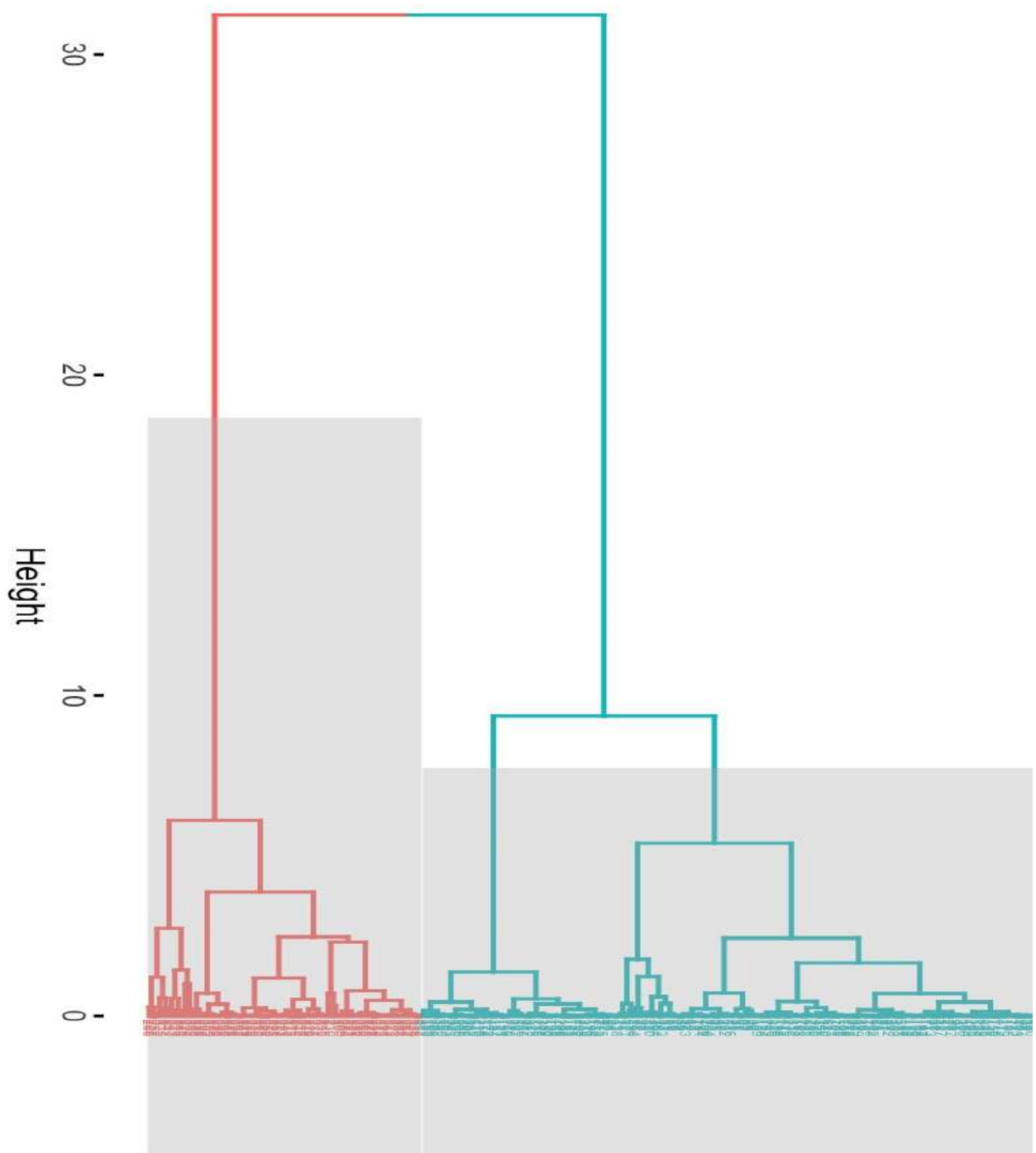


Figura 16. Dendrograma de edad (años) versus el tamaño del otolito de *Lutjanus peru*.



Al establecer la relación entre la edad de *Lutjanus peru* y el tamaño del otolito, a través de la correlación de Pearson, se obtuvo un coeficiente de determinación de 0.8198, lo que nos muestra la existencia de una proporcionalidad directa entre la edad del espécimen con el tamaño del otolito en centímetros. Este análisis de correlación de Pearson ($P=0.90576$, $P<0.001$), confirma que existe una correlación alta y positiva entre el tamaño del otolito y la edad del espécimen (variable x e y). (Tabla 7, Fig. 14, Fig. 15, y Fig. 16).

Hare & Cowen (1995); Shafer (2000), habían determinado la variabilidad edad en relación con la edad del pez- tamaño del otolito.

4.1.4. Relación de la longitud total de los especímenes con el tamaño del otolito.

Tabla 8. Relación de la longitud total de los especímenes de *Lutjanus peru*, versus el tamaño del otolito.

Tamaño promedio del otolito (cm)	Longitud Total (cm)	1	23.8	1	26.1
0.9	21	1	23.8	1	26.4
0.9	23.2	1	23.9	1	26.4
0.9	26.2	1	24	1	26.9
1	22	1	24	1.1	23.2
1	22	1	24.1	1.1	23.6
1	22.2	1	24.1	1.1	23.6
1	22.3	1	24.2	1.1	23.8
1	22.5	1	24.2	1.1	23.8
1	22.5	1	24.2	1.1	23.8
1	22.5	1	24.4	1.1	23.8
1	22.6	1	24.5	1.1	23.9
1	22.6	1	24.5	1.1	24
1	22.7	1	24.6	1.1	24
1	22.8	1	24.6	1.1	24.3
1	23.1	1	24.8	1.1	24.5
1	23.2	1	24.9	1.1	24.6
1	23.2	1	25	1.1	24.8
1	23.2	1	25	1.1	24.8
1	23.2	1	25.1	1.1	24.9
1	23.2	1	25.4	1.1	24.9
1	23.3	1	25.5	1.1	25
1	23.4	1	25.5	1.1	25.1
1	23.4	1	25.9	1.1	25.2
1	23.5	1	26	1.1	25.2
1	23.6				

1.1	25.4
1.1	25.5
1.1	25.5
1.1	25.5
1.1	25.6
1.1	25.6
1.1	25.6
1.1	25.6
1.1	25.8
1.1	25.9
1.1	26
1.1	26
1.1	26
1.1	26
1.1	26
1.1	26
1.1	26
1.1	26
1.1	26
1.1	26.1
1.1	26.1
1.1	26.2
1.1	26.3
1.1	26.5
1.1	26.5
1.1	26.5
1.1	26.5
1.1	26.5
1.1	26.6
1.1	26.7
1.1	26.7
1.1	26.7
1.1	26.7
1.1	26.8
1.1	26.8
1.1	26.8
1.1	26.9
1.1	26.9
1.1	26.9
1.1	26.9
1.1	26.9

1.1	26.9
1.1	27
1.1	27
1.1	27
1.1	27
1.1	27
1.1	27.1
1.1	27.1
1.1	27.1
1.1	27.2
1.1	27.4
1.1	27.4
1.1	27.5
1.1	27.5
1.1	27.5
1.1	27.6
1.1	27.6
1.1	27.9
1.1	28
1.1	28.2
1.1	28.2
1.1	28.3
1.1	28.5
1.1	28.8
1.1	29
1.1	29.4
1.1	30.6
1.1	32.9
1.1	28.4
1.2	23.7
1.2	24.5
1.2	25.4
1.2	26.5
1.2	26.6
1.2	27.1
1.2	27.1
1.2	27.1
1.2	27.2
1.2	27.3
1.2	27.5

1.2	27.7
1.2	27.8
1.2	27.9
1.2	28
1.2	28
1.2	28.1
1.2	28.3
1.2	28.6
1.2	28.6
1.2	28.6
1.2	28.7
1.2	28.8
1.2	29.1
1.2	29.1
1.2	29.2
1.2	29.2
1.2	29.2
1.2	29.4
1.2	29.4
1.2	29.5
1.2	29.5
1.2	29.6
1.2	29.7
1.2	29.9
1.2	30
1.2	30
1.2	30
1.2	30
1.2	30.5
1.2	31
1.2	31.5
1.2	31.7
1.2	32.2
1.2	32.3
1.2	32.4
1.2	34
1.2	36.9
1.2	31
1.3	30.3
1.3	30.4
1.3	30.6

1.3	31.5
1.3	32.1
1.3	32.5
1.3	32.9
1.3	33
1.3	35.5
1.3	37.8
1.3	38.5
1.4	35.5
1.4	37
1.4	39.4
1.4	40.9
1.4	41.5
1.4	43
1.4	46
1.4	46.7
1.4	49.3
1.5	38.4
1.5	40.4
1.5	40.4
1.5	40.4
1.5	41.1
1.5	41.7
1.5	43.5
1.5	44.3
1.5	46.8
1.5	47
1.5	49.5
1.5	50.1
1.5	51
1.5	54.2
1.5	55.2
1.6	38.7
1.6	42.4
1.6	42.8
1.6	42.9
1.6	44.5
1.6	45
1.6	45.5
1.6	45.7
1.6	46.6

1.6	47.1
1.6	47.4
1.6	47.5
1.6	47.6
1.6	48
1.6	48.5
1.6	48.8
1.6	49.1
1.6	49.2
1.6	49.3
1.6	50
1.6	51.1
1.6	53
1.6	53.5
1.6	54.7
1.6	55.6
1.7	45.8
1.7	47.8
1.7	48
1.7	48
1.7	48.9
1.7	49.1
1.7	49.4
1.7	49.6
1.7	49.8
1.7	50.3
1.7	50.6
1.7	51
1.7	51
1.7	51.1
1.7	51.4
1.7	51.8
1.7	51.9
1.7	52
1.7	52.1
1.7	52.1
1.7	53
1.7	53.5
1.7	54
1.7	55.2
1.7	55.9

1.7	56
1.7	63
1.8	54
1.8	54
1.8	54.2
1.8	55.4
1.8	57.3
1.8	59.3
1.8	62.9
1.8	64.6
1.8	69.1
1.9	51
1.9	57
1.9	59.9
1.9	60.6
1.9	71
2	57.1
2	63.6
2	72.1
2.1	65.1

Figura 17. Correlación de Pearson de la longitud total versus tamaño del otolito de *Lutjanus peru*.

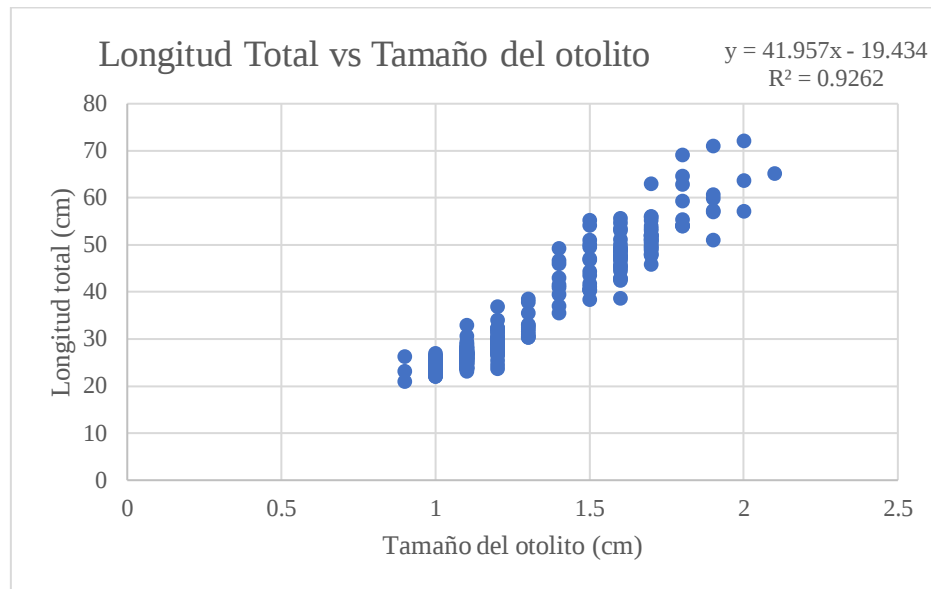


Figura 18. Representación de longitud total versus tamaño promedio del otolito de *Lutjanus peru*.

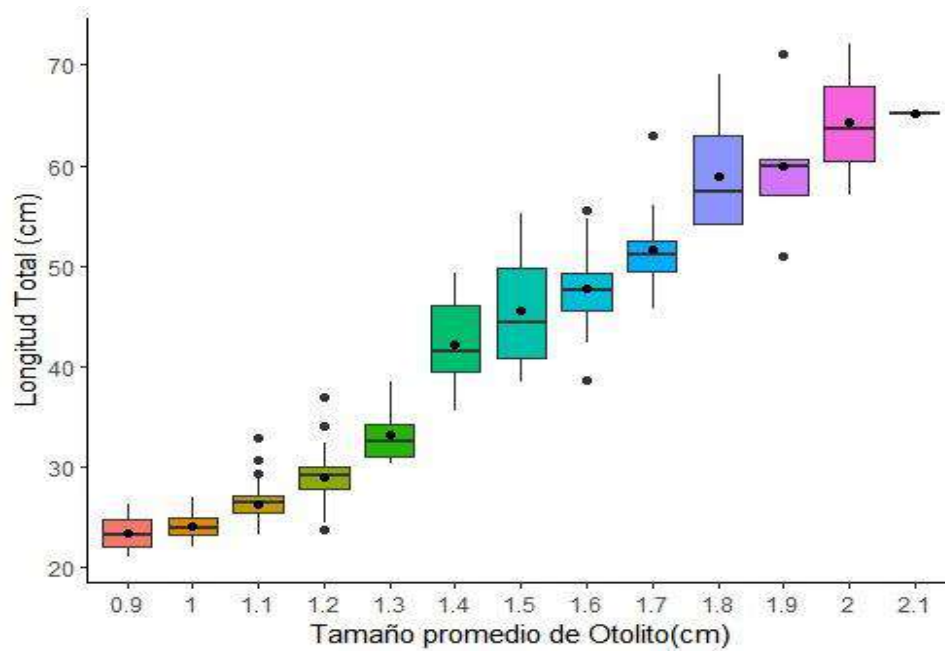
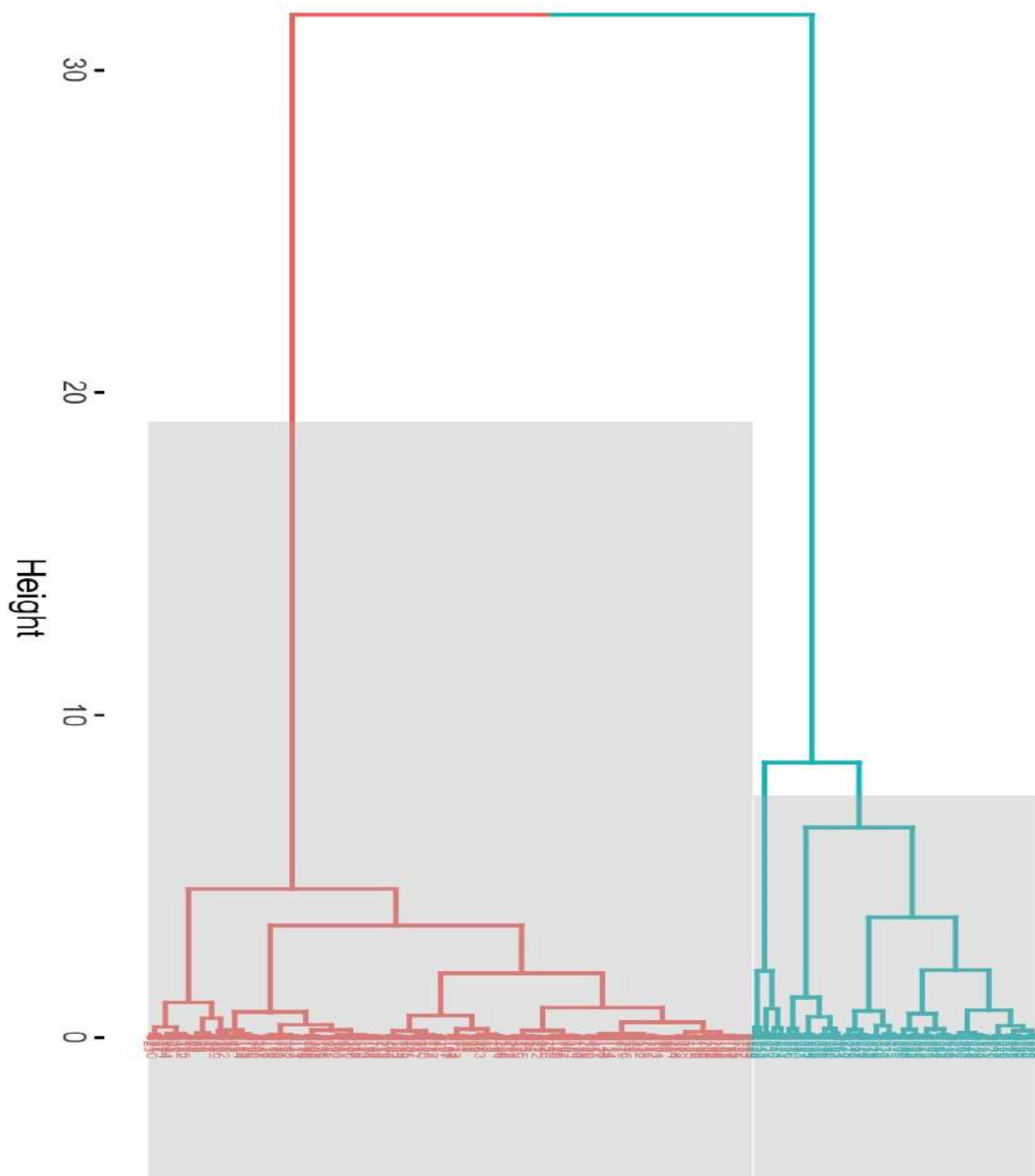


Figura 19. Dendrograma de longitud total versus el tamaño del otolito de *Lutjanus peru*.



La correlación de Pearson, realizada para establecer la relación entre la longitud total de los especímenes de *Lutjanus peru* y el tamaño del otolito, estableció un coeficiente de determinación alto de 0.9262, lo que nos muestra la existencia de una proporcionalidad directa de la longitud total del pez y el tamaño del otolito en centímetros. Este análisis de correlación de Pearson ($P=0.96242$, $P<0.001$), lo que indica que existe una correlación alta y positiva entre el tamaño del otolito y la longitud total de los especímenes (variable x e). (Fig. 17, Fig. 18, y Fig. 19).

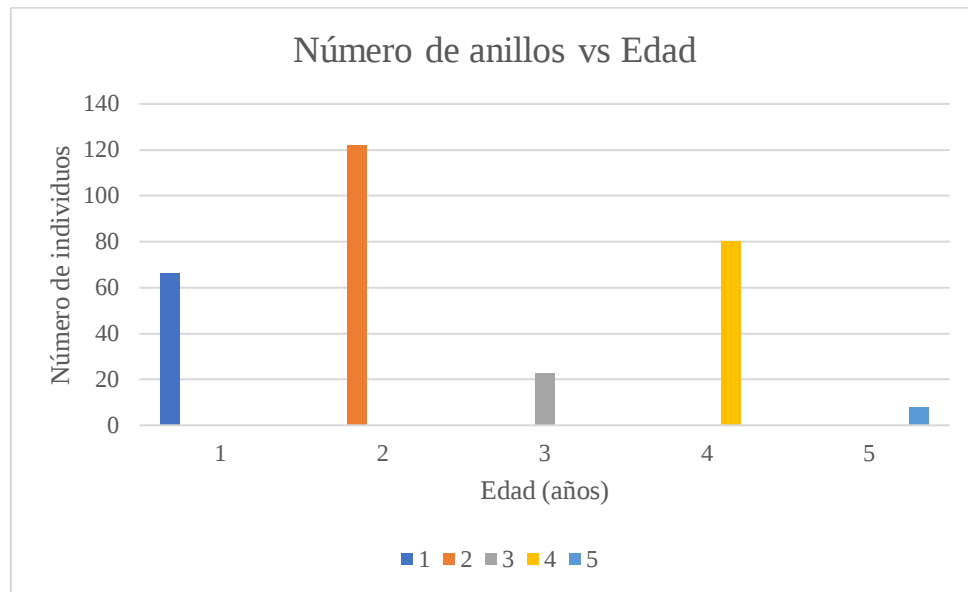
Campana (1990), había determinado mediante cálculos retroactivos del crecimiento utilizando el tamaño de los otolitos, que indicaban la relación tamaño del pez-otolito, es lineal a través del tiempo. Rocha-Olivares & Gómez-Muñoz (1993), indicaron que el crecimiento en longitud de los otolitos tiene una estrecha relación con el crecimiento del pez, la que fue descrita por el modelo multiplicativo.

3.1.5. Edad del espécimen vs número de anillos del otolito.

Tabla 9. Edad de los especímenes versus número de anillo del otolito.

Edad (años)	Número de especímenes/ número de anillo del otolito				
	1	2	3	4	5
1	66	-	-	-	-
2	-	122	-	-	-
3	-	-	23	-	-
4		-	-	80	-
5	-	-	-	-	8

Figura 20. Número de individuos según el número de anillos versus edad.



Utilizando el número de los anillos presente en los otolitos se determinó la edad de los especímenes correspondientes. Cuando la muestra del otolito presentó un anillo, lo que equivalía a un año de edad de los especímenes, se encontraron 66 individuos; cuando los especímenes presentaron dos anillos, lo que equivalía a dos años de edad, se encontraron 122 individuos, cuando los especímenes presentaron tres anillos, lo que equivalía a tres años de edad, se encontraron 23 individuos, cuando los especímenes presentaron cuatro anillos, lo que equivalía a cuatro años de edad, se encontraron 80 individuos y cuando los especímenes presentaron cinco anillos, lo que equivalía a cinco años de edad, se encontraron 8 individuos (Tabla 9, Fig. 20).

Ya Delgado *et al.*, (1978), había estimado la abundancia trimestral de *Pilchardus walb.*, utilizando la edad del espécimen vs número de anillos del otolito.

3.1.6. Validación del tamaño del pez versus edad del pez según el modelo de Von Bertalanffy.

Tabla 10. Validación de mediciones de longitud (modelo de Von Bertalanffy).

Longitud Total (cm)	$k = -\frac{\ln\left(1 - \frac{L_t}{L_{\max}}\right)}{t - t_0}$	$L_{\max}(1 - e^{-K(t-t_0)})$	Edad del pez (años)
21	-0.249	20.9	1
22	-0.263	21.9	1
22.3	-0.268	22.3	1
22.5	-0.27	22.5	1
22.6	-0.272	22.6	1
22.6	-0.272	22.6	1
22.7	-0.273	22.7	1
22.8	-0.274	22.8	1
23.1	-0.279	23.1	1
23.2	-0.279	23.1	1
23.2	-0.279	23.1	1
23.2	-0.279	23.1	1
23.4	-0.283	23.4	1
23.5	-0.284	23.5	1
23.6	-0.286	23.6	1
23.8	-0.288	23.8	1
23.8	-0.288	23.8	1
23.8	-0.288	23.8	1
23.8	-0.288	23.8	1
23.9	-0.289	23.8	1
24	-0.291	23.9	1
24	-0.291	23.9	1
24.1	-0.293	24.1	1
24.2	-0.294	24.2	1
24.2	-0.294	24.2	1
24.4	-0.296	24.3	1
24.5	-0.298	24.5	1
24.5	-0.298	24.5	1
24.5	-0.298	24.5	1
24.8	-0.305	24.9	1
24.9	-0.304	24.9	1
25	-0.305	24.9	1
25	-0.305	24.9	1
25.1	-0.307	25.1	1

25.1	-0.307	25.1	1
25.4	-0.311	25.4	1
25.4	-0.311	25.4	1
25.5	-0.313	25.5	1
25.5	-0.313	25.5	1
25.8	-0.317	25.8	1
25.9	-0.318	25.9	1
26	-0.319	25.9	1
26	-0.319	25.9	1
26	-0.319	25.9	1
26	-0.319	25.9	1
26	-0.319	25.9	1
26	-0.319	25.9	1
26.1	-0.321	26.1	1
26.1	-0.321	26.1	1
26.4	-0.326	26.4	1
26.4	-0.326	26.4	1
26.5	-0.327	26.5	1
26.7	-0.329	26.6	1
26.7	-0.329	26.6	1
26.7	-0.329	26.6	1
26.8	-0.331	26.8	1
26.8	-0.331	26.8	1
26.9	-0.333	26.9	1
27	-0.334	26.9	1
27	-0.334	26.9	1
27.1	-0.336	27.1	1
27.4	-0.34	27.4	1
27.7	-0.345	27.7	1
28.2	-0.352	28.2	1
28.3	-0.354	28.3	1
29.4	-0.37	29.4	1
22	-0.132	22	2
22.2	-0.133	22.2	2
22.5	-0.135	22.5	2
22.5	-0.135	22.5	2
23.2	-0.139	23	2
23.2	-0.139	23.1	2
23.2	-0.139	23.1	2
23.4	-0.141	23.4	2
23.6	-0.143	23.6	2

23.6	-0.143	23.6	2
23.7	-0.143	23.6	2
23.8	-0.144	23.8	2
23.8	-0.144	23.8	2
23.9	-0.145	23.9	2
24	-0.146	24.1	2
24	-0.146	24	2
24.1	-0.146	24.1	2
24.2	-0.147	24.2	2
24.3	-0.148	24.3	2
24.5	-0.149	24.5	2
24.6	-0.149	24.5	2
24.6	-0.149	24.5	2
24.6	-0.149	24.5	2
24.8	-0.151	24.8	2
24.8	-0.151	24.8	2
24.9	-0.152	24.9	2
24.9	-0.152	24.9	2
25	-0.153	25	2
25.2	-0.154	25.2	2
25.2	-0.154	25.2	2
25.4	-0.156	25.5	2
25.5	-0.156	25.5	2
25.5	-0.156	25.5	2
25.6	-0.157	25.6	2
25.6	-0.157	25.6	2
25.6	-0.157	25.6	2
25.6	-0.157	25.6	2
25.9	-0.159	25.9	2
26	-0.159	25.9	2
26	-0.159	25.9	2
26	-0.159	25.9	2
26	-0.159	25.8	2
26.1	-0.161	26.2	2
26.2	-0.161	26.2	2
26.2	-0.161	26.2	2
26.3	-0.162	26.3	2
26.5	-0.164	26.6	2
26.5	-0.164	26.6	2
26.5	-0.164	26.6	2
26.5	-0.164	26.6	2

26.5	-0.164	26.6	2
26.6	-0.166	26.8	2
26.6	-0.164	26.6	2
26.7	-0.165	26.7	2
26.8	0.166	26.8	2
26.9	-0.166	26.8	2
26.9	-0.166	26.8	2
26.9	-0.164	26.6	2
26.9	-0.166	26.8	2
26.9	-0.166	26.8	2
26.9	-0.166	26.8	2
27	-0.167	26.9	2
27	-0.167	26.9	2
27	-0.167	26.9	2
27.1	-0.168	27.7	2
27.1	-0.168	27.1	2
27.1	-0.168	27.1	2
27.1	-0.168	27.1	2
27.2	-0.169	27.2	2
27.2	-0.169	27.2	2
27.3	-0.169	27.2	2
27.4	-0.17	27.4	2
27.5	-0.171	27.5	2
27.5	-0.171	27.5	2
27.5	-0.171	27.5	2
27.5	-0.171	27.5	2
27.6	-0.172	27.7	2
27.6	-0.172	27.7	2
27.8	-0.173	27.8	2
27.9	-0.174	27.9	2
27.9	-0.174	27.9	2
28	-0.175	28	2
28	-0.175	28	2
28.1	-0.175	28.1	2
28.2	-0.176	28.2	2
28.3	-0.177	28.3	2
28.4	-0.178	28.5	2
28.5	-0.178	28.4	2
28.6	-0.179	28.6	2
28.6	-0.179	28.6	2
28.6	-0.179	28.6	2

28.7	-0.179	28.6	2
28.8	-0.181	28.8	2
28.8	-0.181	28.9	2
29	-0.182	28.9	2
29.1	-0.183	29.1	2
29.1	-0.183	29.1	2
29.2	-0.184	29.2	2
29.2	-0.184	29.2	2
29.2	-0.184	29.2	2
29.4	-0.185	29.4	2
29.4	-0.185	29.4	2
29.5	-0.186	29.5	2
29.6	-0.187	29.6	2
29.7	-0.187	29.6	2
29.9	-0.189	29.9	2
30	-0.189	29.9	2
30	-0.189	29.9	2
30	-0.189	29.9	2
30.3	-0.192	30.3	2
30.4	-0.193	30.4	2
30.5	-0.194	30.6	2
30.6	-0.194	30.6	2
31	-0.197	30.1	2
31.5	-0.201	31.4	2
31.5	-0.201	32.4	2
31.7	-0.203	31.7	2
32.2	-0.207	32.2	2
32.3	-0.208	32.2	2
32.4	-0.209	32.5	2
32.9	-0.213	32.9	2
34	-0.222	34.1	2
23.3	-0.094	23.3	3
25.5	-0.104	25.5	3
27.1	-0.112	27.1	3
27.1	-0.112	27.1	3
28	-0.116	27.8	3
29.5	-0.124	29.5	3
30	-0.126	29.9	3
30.6	-0.129	30.5	3
31	-0.132	31.1	3
32.1	-0.137	32	3

32.5	-0.139	32.4	3
32.9	-0.142	32.9	3
33	-0.142	32.9	3
35.5	-0.156	35.5	3
35.5	-0.156	35.5	3
37	-0.164	36.9	3
37.8	-0.169	37.8	3
38.5	-0.173	38.5	3
40.4	-0.185	40.5	3
46	-0.221	46	3
49.3	-0.244	49.3	3
49.5	-0.245	49.4	3
55.2	-0.29	55.2	3
36.9	-0.123	36.9	4
38.4	-0.129	38.3	4
38.7	-0.131	38.7	4
39.4	-0.134	39.4	4
40.4	-0.138	40.3	4
40.4	-0.138	40.3	4
40.9	-0.141	40.9	4
41.1	-0.142	41.2	4
41.5	-0.144	41.6	4
41.7	-0.144	41.6	4
42.4	-0.148	42.4	4
42.8	-0.149	42.7	4
42.9	-0.15	42.9	4
43	-0.151	43.1	4
43.5	-0.153	43.5	4
44.3	-0.157	44.3	4
44.5	-0.158	44.5	4
45	-0.16	44.9	4
45.5	-0.163	45.5	4
45.7	-0.164	45.7	4
45.8	-0.164	45.7	4
46.6	-0.168	46.5	4
46.7	-0.169	46.7	4
46.8	-0.169	46.7	4
47	-0.171	47.1	4
47.1	-0.171	47.1	4
47.4	-0.173	47.4	4
47.5	-0.173	47.4	4

47.6	-0.174	47.6	4
47.8	-0.175	47.8	4
48	-0.176	48	4
48	-0.176	48	4
48	-0.176	48	4
48.5	-0.179	48.6	4
48.8	-0.18	48.8	4
48.9	-0.181	48.9	4
49.1	-0.182	49.1	4
49.1	-0.182	49.1	4
49.2	-0.182	49.1	4
49.3	-0.183	49.3	4
49.4	-0.183	49.3	4
49.6	-0.185	49.7	4
49.8	-0.186	49.9	4
50	-0.187	57.7	4
50.1	-0.187	50	4
50.3	-0.188	50.2	4
50.6	-0.19	50.6	4
51	-0.192	50.9	4
51	-0.192	50.9	4
51	-0.192	50.9	4
51	-0.192	50.9	4
51.1	-0.193	51.1	4
51.4	-0.195	51.5	4
51.8	-0.197	51.8	4
51.9	-0.197	51.8	4
52	-0.198	51.9	4
52.1	-0.199	52.1	4
52.1	-0.199	52.1	4
53	-0.204	52.9	4
53	-0.204	52.9	4
53.5	-0.207	53.5	4
53.5	-0.207	53.5	4
54	-0.21	53.9	4
54.2	-0.211	54.2	4
54.2	-0.211	54.2	4
54.7	-0.214	54.6	4
55.2	-0.218	55.3	4
55.4	-0.219	55.4	4
55.6	-0.22	55.6	4

55.9	-0.222	55.9	4
56	-0.223	56.1	4
57	-0.229	56.9	4
57.3	-0.231	57.3	4
59.3	-0.245	59.3	4
60.6	-0.254	60.6	4
63	-0.272	62.9	4
64.6	-0.285	64.6	4
65.1	-0.289	65.1	4
69.1	-0.325	69.1	4
71	-0.344	71	4
51.1	-0.154	51	5
54	-0.168	53.9	5
54	-0.168	53.9	5
57.1	-0.184	57.1	5
59.9	-0.199	59.9	5
62.9	-0.217	62.9	5
63.6	-0.221	63.5	5
72.1	-0.285	72.2	5

Para la validación en esta investigación de la longitud de los especímenes de *Lutjanus peru*, con respecto al número de anillo en otolitos, se utilizó el modelo Von Bertalanffy ($L = L_{\max}(1 - e^{-K(t-t_0)})$) (Ricker, 1979), obteniéndose la relación directa talla del pez-edad de manera confiable. Esta relación de talla del pez y edad ya había sido establecida por Hunt (1978), a través de un modelo matemático simple. Los resultados obtenidos de la validación de mediciones versus la longitud de los especímenes son presentados (Tabla 10).

CONCLUSIONES

- Las mediciones de longitud total de cada espécimen de *Lutjanus peru*, dependiendo del número de anillo en el otolito, estuvieron entre 21 a 75.1 cms.
- Se obtuvieron tamaños de los otolitos entre 0.9 a 2.1 cms.
- La lectura del número de anillos presentes en los otolitos permitió, determinar la edad y el tamaño.
- En los especímenes de *Lutjanus peru*, con otolitos que contenían 1, 2 y 3 anillo, no existían diferencias en cuanto al tamaño de los mismos; sin embargo, especímenes que tenían otolitos con cuatro y cinco anillos, la diferencia en tamaño de los mismos fue marcada.
- La prueba de correlación indicó que el tamaño del otolito y el número de anillo del otolito tiene una correlación directamente proporcional positiva con el tamaño y la edad de los especímenes de *Lutjanus peru*.
- El modelo Von Bertalanffy, permitió la validación del número de anillo en otolitos con el tamaño de los especímenes de *Lutjanus peru*, de manera confiable.
- De acuerdo con los resultados la población más afectadas por la pesca, fueron los especímenes entre 25-28 cms representado por las edades entre 1 a 3 años. Por lo que, nos indica que se debe establecer un control sobre la captura de estos tamaños para garantizar que la especie pueda mantener su ciclo biológico inalterado.
- El análisis de los criterios de validación se desprende que la determinación de la edad de *L. peru* mediante sus otolitos es válida, por lo que, puede utilizarse para estudiar el crecimiento de la especie.

RECOMENDACIONES

- Los anillos de peces tropicales pueden ser pocos definidos con patrones de formación de anillos falsos y anillos múltiples, por lo que, debe aplicarse el método de quemado del otolito, para que muestre el contraste de los anillos verdaderos.
- En caso de que los especímenes de *Lutjanis peru*, con otolitos de 1, 2 y 3 anillos, representando individuos con 1, 2 o 3 años de edad, presenten similitudes en tamaños, recomendamos utilizar otras metodologías para comparar los resultados, que permitan confirmar las diferencias de tamaño-edades de los mismos.
- Realizar investigaciones con otras especies, para establecer correctamente la relación del número de anillo en los otolitos, con el tamaño de los individuos según la especie, ya que, investigaciones indican que puede existir variabilidad.
- Realizar estudios para establecer una relación entre la edad y el ciclo reproductivo.

LITERATURA CITADA

- Abdo-de la Parra, M. I., Martínez-Rodríguez, I. E., González-Rodríguez, B., Rodríguez-Ibarra, L. E., Duncan, N., & Hernández, C. (2012). Efecto de la temperatura y salinidad del agua en la incubación de huevos de botete diana *Sphoeroides annulatus*. *Revista de biología marina y oceanografía*, 47(1), 147-153. https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S071819572012000100014&script=sci_arttext&tlng=pt
- Acuerdo No. 001. (2018). República de Panamá, Consejo Directivo del Parque Nacional Coiba. Gaceta oficial Edición Digital. <https://faolex.fao.org/docs/pdf/pan189770.pdf>
- Aguilar Salazar, F.A. (1986). Determinación de la edad y estimación de la tasa de crecimiento del huachinango del Pacífico mexicano *Lutjanus peru* (Nichols y Murnhy, 1922), por el método de lectura de escamas. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, 74 pp.
- Aguilar-Betancourt, C., González-Sansón, G., & Veledo-Alemán, T. (1992). Alimentación natural de juveniles de la rabilubia (*Ocyurus chrysurus* (Bloch)) en una zona de la plataforma suroccidental de Cuba. *Rev. Invest. Mar.*, 13(3): 243–253.
- Allen, G. R. (1985). Snappers of the world: An annotated and illustrated catalogue of Lutjanid species known to date. *FAO Species Catalog*, 6. *FAO Fish. Synop.*, 6(125): 208 pp.
- Allen, G. R., & Robertson, D. R. (1994). *Fishes of the tropical eastern Pacific*. University of Hawaii Press.
- Alliot, E., Pastoureaud, A., & Thebault, H. (1983). Influence de la température et de la salinité sur la croissance et la composition corporelle d'alevins de *Dicentrarchus labrax*. *Aquaculture*, 31(2-4), 181-194. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0044848683903125>

- ARAP. (2017). Plan Nacional de Acción para la pesca sostenible en Panamá. <https://arap.gob.pa/wp-content/uploads/2017/01/PLAN-DE-ACCION-PARA-LA-PESCA-FINAL2.pdf>
- Arellano-Martínez, M., Rojas-Herrera, A., García-Domínguez, F., Ceballos-Vázquez, B. P., & Villalejo-Fuerte, M. (2001). Ciclo reproductivo del pargo lunarejo *Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1869) en las costas de Guerrero, México. *Revista de biología marina y oceanografía*, 36(1), 1-8. https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S071819572001000100001&script=sci_arttext&tlng=en
- Assis, C. A. D. S. (2000). Estudo morfológico dos otólitos *Sagitta*, *Asteriscus* e *Lapillus* de teleósteos (Actinopterygii, teleostei) de Portugal Continental (Doctoral dissertation, Universidade de Lisboa (Portugal)). https://www.proquest.com/openview/2531a4387826e31c3015580d21c15899/1?pqorigsite=gsc_holar&cbl=2026366&diss=y
- Bagenal, T. B. & Tesch, F.W. (1978). Age and growth. In T.B. Bagenal, (ed) *Methods for assessment of fish production in freshwater*, 3rd edition. Blackwell Scientific Publication, Oxford, UK.: 101–136.
- Bagenal, T. B. (1973). *The Ageing of Fish*. Unwin, Old Woking, Surrey, England. 234 p.
- Beamish, R. J., & McFarlane, G. A. (1983). The forgotten requirement for age validation in fisheries biology. *Transactions of the American Fisheries Society*, 112(6), 735-743. <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=76ad40b19d9c9ccacd3ff494ed233e6fd265dd3f>
- Beamish, R. J., & McFarlane, G. A. (1987). [https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1577/1548-8659\(1983\)112%3C735:TFRFAV%3E2.0.CO;2](https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1577/1548-8659(1983)112%3C735:TFRFAV%3E2.0.CO;2)
- Blackburn, M. (1949). Edad, tasa de crecimiento e historia de vida general de la sardina australiana (*Sardinops neopilchardus*) en aguas de Nueva Gales del Sur.

<https://publications.csiro.au/rpr/pub?list=BRO&pid=procite:9bb5b6e6-8e7f-4b42-b441-f86bfc0fc37c>

- Bori, C., (1986). Análisis morfométrico comparado del otolito (sagitta) de *Solea vulgaris* y *S. senegalensis* del Delta del Ebro. *Investigación Pesquera*, 50: 247-264.
<https://digital.csic.es/handle/10261/157176>
- Bussing, W., & López, M. (1994). Peces demersales y pelágicos del pacífico de Centroamérica meridional. *Rev. Biol. Trop.*, Universidad de Costa Rica, 1.
- Cailliet, G. M., Love, M. S., & Ebeling, W. A. (1986). *Fishes: A field and laboratory manual and their structure, identification, and natural History*. Wodsworth Publishing Company. Belmont, Cal. USA 194.
- Calderer, R. A. (2001). Influencia de la temperatura y la salinidad sobre el crecimiento y consumo de oxígeno de la dorada ("*Sparus aurata*" L.). *Universitat de Barcelona*.
<https://diposit.ub.edu/dspace/handle/2445/35876>
- Campana, S. E. (1990). How reliable are growth back-calculations based on otoliths?. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 47(11), 2219-2227.
<https://uni.hi.is/scampana/files/2016/01/f90-246.pdf>
- Campana, S. E. (1999). Chemistry and composition of fish otoliths: pathways, mechanisms and applications. *Marine ecology progress series*, 188, 263-297. <https://www.int-res.com/abstracts/meps/v188/p263-297>
- Campana, S. E., & Neilson, J. D. (1982). Daily growth increments in otoliths of starry flounder (*Platichthys stellatus*) and the influence of some environmental variables in their production. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 39(7), 937-942.
<https://cdnsiencepub.com/doi/abs/10.1139/f82-127>

- Campana, S. E., & Neilson, J. D. (1985). Microstructure of fish otoliths. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 42(5), 1014-1032. <https://cdnsiencepub.com/doi/abs/10.1139/f85-127>
- Campana, S. E., & Thorrold, S. R. (2001). Otoliths, increments, and elements: keys to a comprehensive understanding of fish populations?. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 58(1), 30-38. <https://cdnsiencepub.com/doi/abs/10.1139/f00-177>
- Carlander, K. D. (1950). Some considerations in the use of fish growth data based upon scale studies. *Transactions of the American Fisheries Society*, 79(1), 187-194.
- Carlstrom, D. (1963). Un estudio cristalográfico de otolitos de vertebrados. *Boletín biológico, Laboratorio de biología marina Woods Hole* 125: 441–463.
- Casselman, J. M. (1983). Evaluación de la edad y el crecimiento de los peces a partir de sus estructuras calcificadas: técnicas y herramientas. Informe técnico de la NOAA NMFS, 8, 1-17.
- Casselman, J. M. (1990). Crecimiento y tamaño relativo de estructuras calcificadas de peces. *Transacciones de la Sociedad Estadounidense de Pesca*, 119 (4), 673-688. [https://afspubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1577/15488659\(1990\)119%3C0673:GARSOC%3E2.3.CO;2](https://afspubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1577/15488659(1990)119%3C0673:GARSOC%3E2.3.CO;2)
- Castro, C. F. (1981). Determication de la edad y crecimiento (*Lutjanus peru*). *Ciencias del Mar, Universidad Autónoma de Sinaloa*, 1, 4-8.
- Chiappa-Carrara, X., Rojas-Herrera, A. A., & Mascaró, M. (2004). Coexistencia de *Lutjanus peru* y *Lutjanus guttatus* (Pisces: Lutjanidae) en la costa de Guerrero, México: relación con la variación temporal en el reclutamiento. *Revista de Biología Tropical*, 52(1), 177-185. https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442004000100024

- Chilton, D. E., & Beamish, R. J. (1982). Métodos de determinación de edad de peces estudiados por el Programa de Pesca de Fondo de la Estación Biológica del Pacífico. Publicación especial canadiense de pesca y ciencias acuáticas 60: 102 págs.
- Christensen, J. M. (1964). Quema de otolitos, técnica para determinar la edad de lenguados y otros peces. Revista ICES de Ciencias Marinas, 29 (1), 73-81. <https://academic.oup.com/icesjms/article/29/1/73/598992?login=false>
- Company, R., Caldach-Giner, JA, Pérez-Sánchez, J., & Kaushik, SJ (1999). Efecto ahorrador de proteínas de los lípidos de la dieta en dentón común (*Dentex dentex*): un estudio comparativo con dorada (*Sparus aurata*) y lubina (*Dicentrarchus labrax*). Recursos vivos acuáticos, 12 (1), 23-30. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0990744099800114>
- Creaser, C.W. (1926). The structure and growth of the scales of fishes in relation to the interpretation of their life-history, with special reference to the sunfish *Eupomotis gibbosus*. University of Michigan, Michigan. <https://deepblue.lib.umich.edu/handle/2027.42/56262>
- Cruz-Jiménez, C. S., de Guevara, G. C. L., Anislado-Tolentino, V., & Ramos-Carrillo, S. (2014). Descripción del crecimiento del tiburón aleta de cartón *Carcharhinus falciformis*, capturado en Oaxaca: inferencia a partir de modelos múltiples. Ciencia Pesquera, 22(1), 44-59. <https://www.inapesca.gob.mx/portal/documentos/publicaciones/REVISTA/Mayo2014/9-Cruz-et-al-2014.pdf>
- Csirke, J. (1980). Introducción a la dinámica de poblaciones de peces (No. 192). Food&Agriculture. https://www.researchgate.net/publication/258995272_Introduccion_a_la_dinamica_de_poblaciones_de_peces_Introduction_to_fish_population_dynamics/link/0c960529921321775a000000/download?_tp=eyJjb250ZXh0Ijp7ImZpcnN0UGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIiwicGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIn19
- Cubillos, L. (2005). Biología Pesquera y Evaluación de Stock. Laboratorio de Poblaciones Marinas y Análisis de Pesquerías, Departamento de Oceanografía, UDEC, Concepción, Chile. 198 p.

- D'Abramo, L. R., & Robinson, E. H. (1989). Nutrition of crayfish. *Reviews in Aquatic Sciences*, 1(4), 711-728.
- D'Abramo, L., Conklin, D. & D.L. Akiyama. (1997). Crustacean nutrition. *Advances in World Aquaculture*, vol. 6.
- De Silva, S. S., & Perera, P. A. B. (1976). Studies on the young grey mullet, *Mugil cephalus* L.: I. effects of salinity on food intake, growth and food conversion. *Aquaculture*, 7(4), 327-338. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0044848676901290>
- Degens, E. T., Deuser, W. G., & Haedrich, R. L. (1969). Molecular structure and composition of fish otoliths. *Marine biology*, 2, 105-113. <https://link.springer.com/article/10.1007/BF00347005>
- Delgado, A., Bravo de Laguna, J., & Fernandez, M. A.R. (1980). Estimación de la abundancia de *Sardina Pilchardus walb.* de la zona B de Africaa occidental durante 1978 y 1980.
- Dendrinios, P., & Thorpe, J. P. (1985). Effects of reduced salinity on growth and body composition in the European bass *Dicentrarchus labrax* (L.). *Aquaculture*, 49(3-4), 333-358. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0044848685900900>
- Dioses, T. (1995). Análisis de la distribución y abundancia de los recursos jurel y caballa frente a la costa peruana. <https://aquadocs.org/bitstream/handle/1834/8181/IP%203.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Dioses, T. (2013). Edad y crecimiento del jurel *Trachurus murphyi* en el Perú. *Revista peruana de biología*, 20(1), 045-052. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-99332013000100007

- Dokken, Q. R. (1987). Efectos de la variación de macronutrientes y energía. Relación de crecimiento y supervivencia de *P. vannamei* y *P. setiferus*. Texas Universidad A&M, College Station, Texas, Estados Unidos. Inédito.
- Dunkelberger, D. G., Dean, J.M., & Watabe, N. (1980). La ultraestructura de la membrana otolítica y el otolito en el mommichog juvenil, *Fundulus heteroclitus*. Revista de Morfología, 163 (3), 367-377. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/jmor.1051630309>
- Duston, J. (1994). Effect of salinity on survival and growth of Atlantic salmon (*Salmo salar*) parrandsmolts. Aquaculture, 121(1-3), 115-124.
- Eisawy, A., & Wassef, E. (1984). Preliminary studies on rearing of the gilthead seabream, *Sparus aurata* (L.), in brackish water ponds. Aquaculture, 38(3), 255-260. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0044848684901492>
- Elizondo, G. R., & Rodríguez, A. E. P. (1993). Análisis sobre las capturas comerciales y su relación con las artes de pesca en el lago de Chapala (Jalisco-Michoacán). Cienica Pesquera, 9, 33-48.
- Especie: *Lutjanus peru*, Pargo de seda, Huachinango del Pacífico, Pargo gringo. (2015). Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales. Peces Costeros del Pacífico Oriental, Sistema de Información en línea. <https://biogeodb.stri.si.edu/sfstep/es/thefishes/species/1321/on>
- Espino-Barr, E., González-Vega, A., Santana-Hernández, H., & González-Vega, H. (2008). Manual de biología pesquera, 131 pp.
- Everhart, W. H., & Young, W. P. (1981). Age and growth. Principles of Fishery Science 63-81.
- Fairbridge, WS (1951). El tigre de cabeza plana de Nueva Gales del Sur, *Neoplatycephalus macrodon* (Ogilby). I. Biología y determinación de la edad. Investigación marina y de agua dulce, 2 (2), 117-178. <https://www.publish.csiro.au/mf/MF9510117>

- FAO. (1982). Methods of collecting and analysing size and age data for fish stock assessment. <https://www.fao.org/documents/card/es/c/b36f5f7e-a9dd-5439-becb-71cc82a5b7ea>
- FAO. (1992). El estado mundial de la agricultura y la alimentación 1992. <https://www.fao.org/publications/card/es/c/8ffde382-2239-5633-8acd-9c1ab31c25e6/>
- FAO. (2003). Estado Mundial de Agricultura y Alimentación 2003-20004. <https://www.fao.org/documents/card/es?details=3e9b2a36-d988-5dce-9699-3a141a4ec123>
- FAO. (2009). El estado de la pesca y la acuicultura en el mundo 2008. Alimentos y un gramoricultura o gramooanización de las Naciones Unidas. <https://www.fao.org/3/i0680s/i0680s00.pdf>
- FAO. (2016). El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2016. Contribución a la seguridad alimentaria y la nutrición para todos. Roma. 224 pp. <http://naval582.com/pesca/pdf/informe.pesca.fao.pdf>
- FAO. (2020). El Estado Mundial de la Agricultura Y la Alimentación. <https://www.fao.org/documents/card/en/c/cb1447es>
- Fonteles Filho, A. A. (1989). Recursos pesqueiros: biologia e dinâmica populacional.
- Fry, F. E. J. (1943). A method for the calculation of the growth of fishes from scale measurements (pp. 5-18). Toronto: University of Toronto Press. <https://www.harkness.ca/PDFs/OFRL%20Publications/Journal61.pdf>
- Fuentes, J. (1994). Efecto de la salinidad sobre la actividad ATPásica en los órganos osmoreguladores de la trucha arco iris doméstica (*Oncorhynchus mykiss*). Tesis doctoral. Universidad de Santiago de Compostela. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=67017>
- Fuller, M. F., Weekes, T. E. C., Cadenhead, A., & Bruce, J. B. (1977). The protein-sparing effect of carbohydrate. *British Journal of Nutrition*, 38, 489-496.

- Gaceta oficial. (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 Edición Digital. <https://docs.panama.justia.com/federales/decretos-ejecutivos/49-de-1992-aug-5-1992.pdf>
- Gallardo-Cabello, M., Sarabia-Méndez, M., Espino-Barr, E. & Anislado-Tolentino, V. (2010). Biological aspects of *Lutjanus peru* in Bufadero Bay, Michoacán, México: growth, reproduction and condition factors. *Revista de biología marina y oceanografía*, 45(2), 205-215. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-19572010000200002>
- Garcés, H. (2021). Lista sistemática preliminar de los peces marinos comerciales del Pacífico de Panamá. *Tecnociencia*, 23(1), 198-237. <https://revistas.up.ac.pa/index.php/tecnociencia/article/view/1855/1424>
- Gauldie, R. W., Sharma, S. K., & Volk, E. (1997). Estudio espectral micro-Raman de otolitos de vaterita y aragonito del salmón coho, *Oncorhynchus kisutch*. *Bioquímica y fisiología comparadas Parte A: Fisiología*, 118 (3), 753-757. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0300962997000595>
- Gauldie, R.W. (1988). Función, forma y propiedades de cronometraje de los otolitos de peces. *comp. Bioquímica. Fisiol.* 91A (2): 395–402.
- Goicochea, C., Mostacero, J., Moquillaza, P., Dioses, T., Topiño, Y., & Guevara-Carrasco, R. (2013). Validación del ritmo de formación de los anillos de crecimiento en otolitos del jurel *Trachurus murphyi* Nichols 1920. *Revista peruana de Biología*, 20(1), 053-060. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-99332013000100008
- Gómez, M. V., M., & Rocha O. A. (1993). Validación del uso de otolitos para determinar la edad del huachinango del pacífico *Lutjanus peru* (perciformes: lutjanidae), en la bahía de La Paz y aguas adyacentes, BCS, México. *Ciencias Marinas*, 19 (3), 321-331. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48019304>

- González, O. (1997). Edad y crecimiento de *Lutjanus peru* en la costa sur de Jalisco. Tesis Profesional. http://repositorio.cucba.udg.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/2927/Gonzalez_OchoaOscar_Armando.pdf?sequence=1
- González, L. W. (1977). Aspectos técnicos de preparación de otolitos para estudios de edad de algunas especies del género *Cynoscion* (Pisces: Sciaenidae). *Lagena*, 39, 43-48.
- Granado, L. C. (2002). Ecología de peces. Universidad de Sevilla. Secretariado de Publicaciones, España. 353 p.
- Green, B. S., Mapstone, B. D., Carlos, G., & Begg, G. A. (2009). Introducción a los otolitos y la pesca en los trópicos. Otolitos de peces tropicales: información para evaluación, gestión y ecología, 1-22. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4020-5775-5_1
- Grimes C. A. (1987). Biología reproductiva de *Lutjanidae*. En: Polovina J. J. y S. Ralston (eds). *Pargo y mero tropicales: biología y gestión pesquera*, págs. 239-294. Prensa de Westview, Boulder.
- Guevara, C. E., Bosch, M. A., Suárez, M. R., & Lalana, R. R. (1994). Alimentación natural de tres especies de pargos (Pisces: *Lutjanidae*) en el Archipiélago de los Canarreos, Cuba. *Rev. Invest. Mar*, 15(1), 63-72.
- Gulland, J. A. (1971). Manual de métodos para la evaluación de las poblaciones de peces. Manuales de la FAO de Ciencias Pesqueras spa no. 4. <https://www.fao.org/3/x5685s/x5685s00.htm>
- Gutiérrez, E., & Morales-Nin, B. (1986). Análisis de series temporales del crecimiento diario en otolitos de *Dicentrarchus labrax* L. *Revista de biología y ecología marina experimental*, 103 (1-3), 163-179. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0022098186901395>
- Haddon M. (2001). *Modelling and Quantitative Methods in Fisheries*. Chapman & Hall, Boca Raton, 406 pp.

- Hawkins, A. D. (1993). Underwater Sound and Fish Behaviour, 129–169. The Behaviour of Telcost Fishes; Pitcher, TJ, Ed.; Croom Helm: London, UK.
- Hare, J. A., & Cowen, R. K. (1995). Efecto de la edad, la tasa de crecimiento y la ontogenia sobre la relación entre el tamaño del otolito y el tamaño del pez en el pez azul, *Pomatomus saltatrix*, y las implicaciones para el cálculo retroactivo del tamaño en las primeras etapas de la historia de vida de los peces. *Revista Canadiense de Pesca y Ciencias Acuáticas*, 52 (9), 1909-1922. [https://afspubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1577/15488659\(1949\)79\[187:SCITUO\]2.0.CO;2](https://afspubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1577/15488659(1949)79[187:SCITUO]2.0.CO;2)
- Hunt, J. J. (1978). Cálculo retroactivo de la talla por edad a partir de otolitos de merluza plateada de la plataforma escocesa. *Artículos seleccionados del ICNAF* (5): 11-17.
- Irie, T. (1960). El crecimiento del otolito de pescado. *Revista Facultad de Ganadería Universidad de Hiroshima* 3: 203–221.
- Johnels, A. G. (1952). Notes on scale-rings and growth of tropical fishes from the Gambia River. *Almqvist u. Wiksell*.
- Johnson, A. G. (1983). Age and growth of yellowtail snapper from South Florida. *Transactions of the American Fisheries Society*, 112(2A), 173-177.
- Jones, J. W., & Hynes, H. B. N. (1950). The age and growth of *Gasterosteus aculeatus*, *Pygosteus pungitius* and *Spinachia vulgaris*, as shown by their otoliths. *The Journal of Animal Ecology*, 59-73. <https://www.jstor.org/stable/1571>
- King, M. (1995). *Fisheries biology, assessment and management fishing news books*. Great Britain.
- King, M. (2007). *Fisheries Biology. Assessment and Management*. Fishing New Books. Blackwell Science. Ltd. 382 p.

- Kuri-Nivon, E. (1991). Consideraciones generales del proceso de alimentación enfocadas al empleo de alimentos balanceados en acuicultura intensiva. *Hidrobiológica*, 1(1), 56-64. <https://www.redalyc.org/pdf/578/57801104.pdf>
- Ladich, F., & Popper, A. N. (2004). Parallel evolution in fish hearing organs. In *Evolution of the vertebrate auditory system* (pp. 95-127). New York, NY: Springer New York. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4419-8957-4_4
- Lagler, F. K., Bardach, J. E., Miller, R. R., & Passino, D. R. M. (1990). *Ictiología*. AGT-Editor, S.A., México. 489 p. <https://es.slideshare.net/dreicash/ictiologia-lagler>
- Lehninger, A. L. (1995). *Bioquímica*. Segunda Edición. Ediciones Omega SA de CV Barcelona, España. 1117 págs.
- Leis, J. M. (1987). Revisión de la historia de vida temprana de los meros tropicales (Serranidae) y pargos (Lutjanidae). *Pargos y meros tropicales: biología y gestión pesquera*, 189-237.
- Longhurst, R. A., & Pauly, D. (1987). *Ecología de los océanos tropicales*. Prensa académica, San Diego, 407 págs.
- López, N. Y. (1948). Contribución al conocimiento de la morfología de los otolitos de 10s peces que se expenden en 10s mercados de la Ciudad de México. Tesis profesional. Facultad de ciencias. U. N. A. M.
- Lowe-McConell, R. O. (1987). *Ecological studies in tropical fish communities*. Cambridge University Press. London, 382 pp.
- Manooch, C. I. (1987). Edad y crecimiento de pargos y meros. *Pargos y meros tropicales: biología y gestión pesquera*.
- Manooch, C. S. & Drennon, C. L. (1987). Edad y crecimiento del pargo cola amarilla y del pez ballesta reina recolectados en las Islas Vírgenes de los Estados Unidos y Puerto Rico. *Investigación*

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0165783687900063>

Martínez-Porchas, M. A. R. C. E. L. (2005). Efecto de la proporción proteína/energía dietética en el desempeño biológico de *Litopenaeus vannamei* en baja temperatura (Master's thesis, MARTINEZ PORCHAS, MARCEL).
<http://www.repositorioinstitucional.uson.mx/handle/20.500.12984/742>

Martínez-Porchas, M., Martínez-Córdova, L.R., & Ramos-Enríquez, R. (2009). Dinámica del crecimiento de peces y crustáceos. REDVET Rev. Electrón. Vet., 10(10), 1-16. Consultada el 22 de diciembre de 2018, en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n101009.html>

McCormick, S. D., Saunders, R. L., & MacIntyre, A. D. (1989). The effect of salinity and ration level on growth rate and conversion efficiency of Atlantic salmon (*Salmo salar*) smolts. Aquaculture, 82(1-4), 173-180. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0044848689904067>

McKay, L. R. & Gjerde, B. (1985). The effect of salinity on growth of rainbow trout. Aquaculture, 82:325-331.

Methot, R. D. (1981). Spatial covariation of daily growth rates of larval anchovy, *Engraulis mordax*, and northern lampfish, *Stenobrachius leucopsaus*. Rapports et Proces-Verbaux des Reunions, 178, 424-431.

Methot, R. D. Jr. (1983). Seasonal variation in survival of larval northern anchovy *Engraulis mordax* estimated from the age distribution of juveniles. United States National Marine Fisheries Service Fishery Bulletin 81: 741–750.

Mohr, E. (1921). Alterbestimmung bei tropischen Fishen. Zool. Anz. 53: 87–95.

Morales, M., & González, L. W. (2010). Edad y crecimiento del pez *Haemulon steindachneri* (Perciformis: Haemulidae) en el suroeste de la isla de Margarita, Venezuela. Revista de Biología Tropical, 58(1), 299-310.

- Morales-Nin, B. & Geffen, AJ (2015). El uso de tejidos calcificados como herramientas para apoyar el manejo: la visión desde el V Simposio Internacional de Otolitos. *Revista ICES de Ciencias Marinas*, 72 (7), 2073-2078. <https://academic.oup.com/icesjms/article/72/7/2073/2457895>
- Morales-Nin, B. (1986). Estructura y composición de otolitos de *Merluccius capensis*. *Revista Sudafricana de Ciencias Marinas* 4:3–10.
- Morales-Nin, B. (1992). Determinación del crecimiento de peces óseos en base a la microestructura de los otolitos. *FAO Documento Técnico de Pesca*. No. 322. Roma, FAO. 1991. 58 p. <https://www.fao.org/3/t0529s/T0529S01.htm#ch1>
- Moyle, P. B., & Cech, J. J. Jr. (2004). *Fishes. An Introduction to Ichthyology*. Fourth edition. Prentice-Hall Hispanoamericana, S.A. México. 612 p.
- Mugiya, Y., Watabe, N., Yamada, J., Dean, J.M., Dunkelberger, D. G., & Shimizu, M. (1981). Ritmo diurno en la formación de otolitos en el pez dorado *Carassius auratus*. *Bioquímica y fisiología comparadas* Parte A: Fisiología, 68 (4), 659-662. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0300962981903741>
- Muñoz, V. M. G., & Olivares, A. R. (1993). Validación del uso de otolitos para determinar la edad del huachinango del pacífico *Lutjanus peru* (perciformes: lutjanidae), en la bahía de La Paz y aguas adyacentes, BCS, México. *Ciencias Marinas*, 19(3), 321-331. <https://cienciasmarinas.com.mx/index.php/cmarinas/article/view/937/859>
- Neilson, J. D., & Geen, G. H. (1982). Otoliths of chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*): daily growth increments and factors influencing their production. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 39(10), 1340-1347. <https://cdnsiencepub.com/doi/abs/10.1139/f82-180>
- Nielsen, L. A., & Johnson, D. J. (1983). *Fisheries Techniques*. American Fisheries Society. Columbus Ohio, 16:301-324.

- Nilsson, D. (1914). Una contribución a la biología de la caballa: investigaciones en aguas suecas. Publicaciones de Circonstancia, 1 (69), 3-67.
- Pannella, G. (1971). Otolitos de peces: capas de crecimiento diario y patrones periódicos. Ciencia, 173 (4002), 1124-1127. <https://www.science.org/doi/abs/10.1126/science.173.4002.1124>
- Pannella, G. (1974). Otolith growth patterns: an aid in age determination in temperate and tropical fishes. <https://agris.fao.org/search/en/providers/123819/records/647359b253aa8c896307b261>
- Parrish, J. D. (1987). The trophic biology of snappers and groupers. Tropical snappers and groupers: Biology and fisheries management, 405-463.
- Polovina, J. J., & Ralston, S. (1987). Tropical snappers and groupers: biology and fisheries management. (No Title). https://www.researchgate.net/publication/247548539_Tropical_Snappers_and_Groupers_Biology_and_Fisheries_Management_Jeffrey_J_Polovina_Stephen_Ralston_Jr/link/5670798408ae0d8b0cc0f136/download?_tp=eyJjb250ZXh0Ijp7ImZpcnN0UGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIiwicGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIn19
- Popper, A. N., & Lu, Z. (2000). Relaciones estructura-función en órganos de otolitos de peces. Investigación pesquera, 46 (1-3), 15-25. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0165783600001296>
- Popper, A. N., Fay, R. R., Platt, C., & Sand, O. (2003). Sound detection mechanisms and capabilities of teleost fishes. Sensory processing in aquatic environments, 3-38. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-0-387-22628-6_1
- Popper, A.N., & Fay, R. R. (1993). Sound detection and processing by fish: critical review and major research questions. Brain, Behavior and Evolution, 41: 14-38.

- Popper, A. N., & Platt, C. (1993). Inner ear and lateral line. *The physiology of fishes*, 2, 99-136.
- Radtke, R. L. & Dean, J. M. (1982). EMBRIONES, LARVAS Y JUVENILES DEL MUMMICHOG, *FUNDULUS HETEROCLITUS*. *Boletín de Pesca*, 80 (2), 201.
- Ralston, S. (1985). Un enfoque novedoso para el envejecimiento de los peces tropicales. *Boletín ICLARM* 8(1): 14–18.
- Ralston, S., & Miyamoto, G. (1981). Estimación de la edad de un pez de arrecife tropical utilizando la densidad de incrementos diarios de crecimiento. *Proc. Cuarto Int. Síntoma de arrecife de coral*. 1: 83–88.
- Ralston, S., & Miyamoto, G. (1983). Analizando el ancho de los incrementos diarios de otolitos para envejecer al pargo hawaiano, *Pristipomoides filamentosus*. *Pez. Toro*. 81(3): 523–535.
- Ramírez, R., & Medina, E. (1999). Diagnóstico pesquero del recurso tiburón en Panamá. Informe Técnico. Autoridad Marítima de Panamá. Dirección General de Recursos Marinos y Costeros. 26öpp.
- Randall, J. E. (1967). Hábitos alimentarios de los peces de arrecife de las Indias Occidentales (Vol. 5, págs. 665-847). Coral Gables: Instituto de Ciencias Marinas, Universidad de Miami. <https://www.aoml.noaa.gov/general/lib/CREWS/Cleo/PuertoRico/prpdfs/randall-habits.pdf>
- Reibisch, J. (1899). Ber die Eizahl be *Pleuronectes platessa* in die Altersbestimmung dieser Form aus den otolithen. *Wissenschaftliche Meeresuntersuchen (Abteillung Kiel)*, 4: 231-248. https://oceanrep.geomar.de/id/eprint/58358/1/Reibisch_J_1899.pdf
- Ricker, W. E. (1975). Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Fish. Res. Board Can. Bull.*, 191, 1-382.

- Royce, F.W. (1972). Introduction to the Fishery Sciences. Academic Press: 252 p.
[https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=9SfgBAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Royce,+F.W.+\(1972\).+Introduction+to+the+Fishery+Sciences.+Academic+Press:+252+p.&ots=bTYQSZRvb4&sig=WsTbGXQax2CYQ-tAeGjNBJTqJMQ#v=onepage&q&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=9SfgBAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Royce,+F.W.+(1972).+Introduction+to+the+Fishery+Sciences.+Academic+Press:+252+p.&ots=bTYQSZRvb4&sig=WsTbGXQax2CYQ-tAeGjNBJTqJMQ#v=onepage&q&f=false)
- Ricker, W. E. (1979). Tasas y modelos de crecimiento. Fisiología de los peces, 677-744.
- Robertson, D. R., & Allen, G. R. (2008). Peces Costeros del Pacífico Oriental Tropical: Sistema de Información en línea. Versión 1.0 (2008). Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales, Balboa, República de Panamá. www.neotropicalfishes.org/sftep. www.stri.org/sftep
- Robertson, D. R., & Allen, G. R. (2015). Peces Costeros Versión del Pacífico Oriental Tropical: Sistema de Información en línea 2.0 Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales, Balboa, República de Panamá.
- Robertson, D. R., Green, D. G., & Victor, B. C. (1988). Temporal coupling of production and recruitment of larvae of a Caribbean reef fish. Ecology, 69(2), 370-381.
<https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.2307/1940435>
- Rocha, A., 1992. Edad y crecimiento del huachinango del Pacífico (*Lutjanus griseus*) (Nichols y Murphy, 1922) en la Bahía de la Paz y areas adyacentes, B.C.S. Tesis profesional. U.A.B.C.S. 121 pp.
- Rocha-Olivares, A. (1998). Edad, crecimiento, mortalidad y características poblacionales del pargo rojo del Pacífico, *Lutjanus peru*. Boletín de Pesca, 96, 562-74.
- Rocha-Olivares, A., & Gomez-Muñoz, V. M. (1993). Validation of otolith age determination of the Pacific red snapper *Lutjanus peru* (Perciformes: Lutjanidae) in La Paz bay and adjacent waters, BCS, Mexico. Ciencias Marinas, 19(3), 321-331.
<https://cienciasmarinas.com.mx/index.php/cmarinas/article/view/937>

- Ruiz-Luna, A., Girón, E., Madrid, J. y Gonzáles, A. (1985). Determinación de edad, crecimiento y algunas constantes biológicas del huachinango del Pacífico, (Nilchos y Murphy, 1922). Memorias VIII Congreso Nacional de Zoología, Saltillo, Coahuila, pp. 188-201.
- Saborido-Rey, F., & Kjesbu, O. S. (2005). Growth and maturation dynamics. 1-26. Retrieved from <http://hdl.handle.net/10261/47150>
- Sadovy, Y., & Severin, K.P. (1992). Trace elements in biogenic aragonite: correlations of body growth rate and strontium levels in the otoliths of the white grunt, *Haemulon plumieri* (Pisces: Haemulidae) Bulletin of Marine Science, 50: 237-257. <https://www.ingentaconnect.com/content/umrmsas/bullmar/1992/00000050/00000002/art00001>
- Samuel, M. (1987). Age and validation of age from otoliths for warm water fishes from the Arabian Gulf. Age and growth of fishes.
- Santamaría-Miranda, A., Elorduy-Garay, J. F., & Rojas-Herrera, A. A. (2003). Hábitos alimentarios de *Lutjanus peru* (Pisces: Lutjanidae) en las costas de Guerrero, México. Revista de Biología Tropical, 51(2), 503-517. https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0034-77442003000200022&script=sci_arttext
- Secor, D. H. (1992). Application of otolith microchemistry analysis to investigate anadromy in Chesapeake Bay striped bass *Morone saxatilis*. Fishery Bulletin United States Fish and Wild Service, 90: 798-806
- Secor, D. H., Dean, J. M., & Laban, E. H. (1992). Otolith removal and preparation for microstructural examination. Otolith microstructure examination and analysis. Canadian special publication of fisheries and aquatic sciences. https://www.researchgate.net/profile/David-Stevenson-20/publication/318508425_Otolith_Microstructure_Examination_and_Analysis/links/596e7031aca272d552fe3b29/Otolith-Microstructure-Examination-and-Analysis.pdf#page=26

- Serrano, X., Grosell, M., & Serafy, J.E. (2010). Selección de salinidad y preferencias del pargo gris *Lutjanus griseus*: observaciones de campo y laboratorio. *J. Pescado. Biol.*, 76: 1592-1608.
- Shafer, D. J. (2000). Evaluation of periodic and aperiodic otolith structure and somatic-otolith scaling for use in retrospective life history analysis of a tropical marine goby, *Bathygobius coalitus*. *Marine Ecology Progress Series*, 199, 217-229.
- Simkiss, K. (1974). Metabolismo del calcio del pescado en relación con el envejecimiento. En TB Bagenal, (ed.). *Envejecimiento del pescado*, Unwin Brothers Ltd., Surrey, Inglaterra: 1–12.
- Stauffer, G. D. (1973). A growth model for salmonids reared in hatchery environments. University of Washington.
<https://www.proquest.com/openview/58d4d6abd43d3ba1a13268ffebb38a79/1?pqorigsite=gscholar&cbl=18750&diss=y>
- Steffens, W. (1987). Principios fundamentales de la alimentación de los peces (No. 597.591 St328p Ej. 1 022495). Editorial Acribia.
- Stevenson, D. K., Campana, S. E. (eds.). (1992). Otolith microstructure examination and analysis. *Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Science*, 117: 1-126.
https://www.researchgate.net/profile/David-Stevenson20/publication/318508425_Otolith_Microstructure_Examination_and_Analysis/links/596e7031aca272d552fe3b29/Otolith-Microstructure-Examination-and-Analysis.pdf
- STRI. (2005). Análisis de la situación de la pesca en los golfos de Chiriquí y de Montijo. Pág. 37.
https://repository.si.edu/bitstream/handle/10088/6679/Mate_2005.pdf
- Subasinghe, R., Soto, D. & Jia, J. (2009). La acuicultura mundial y su papel en el desarrollo sostenible. *Reseñas en acuicultura*, 1 (1), 2-9. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1753-5131.2008.01002.x>

- Tanaka, K., Mugiya & Yamada, J. (1981). Efectos del fotoperiodo y la alimentación sobre los patrones de crecimiento diario en otolitos de juveniles de *Tilapia nilótica*. Boletín de pesca 79 del Servicio Nacional de Pesca Marina de EE. UU.: 459–466.
- Taning, Å. V. (1938). A method for cutting sections of otoliths of cod and other fish. ICES Journal of Marine Science, 13(2), 213-216. <https://academic.oup.com/icesjms/article/13/2/213/783955>
- Tesch, J. J. (1928). On sex and growth investigations on the freshwater eel in Dutch waters. ICES Journal of Marine Science, 3(1), 52-69. <https://academic.oup.com/icesjms/article/3/1/52/737417>
- Thomas, R. M. (1983). Back-calculation and time of hyaline ring formation in the otoliths of the Pilchard off South West Africa. South African Journal of Marine Science 1: 3–18. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.2989/025776183784447593>
- Trinidad, A. (2014). Modelos de crecimiento en biología, su significado biológico y selección del modelo por su ajuste. Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa. <https://bindani.izt.uam.mx/concern/tesiuams/dj52w481t?locale=es>
- Watabe, N., Tanaka, K., Yamada, J., & Dean, J. M. (1982). Scanning electron microscope observations of the organic matrix in the otolith of the teleost fish *Fundulus heteroclitus* (Linnaeus) and *Tilapia nilotica* (Linnaeus). Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 58(1), 127-134. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0022098182901009>
- Watanabe, T., Kiron, V., & Satoh, S. (1997). Minerales traza en la nutrición de los peces. Acuicultura, 151 (1-4), 185-207. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0044848696015037>
- Weatherley A.H. (1972). Growth and ecology of fish populations. Academic Press, London. 293 p.
- Weatherley, A.H., & Gill, H.S. (1987). The biology of fish growth. Academic Press, 443 p.

Wootton, R. J. (1990). Ecology of Teleost Fishes. Chapman and Hall. Fish and Fisheries Series 1: 195 p.

https://books.google.com.pa/books/about/Ecology_of_Teleost_Fishes.html?id=uYOOfHPJSgEC&redir_esc=y

Wright, P.J., Panfili, J., Morales-Nin, B., & Geffen, A. J. (2002). Otoliths. pp. 31-58. In: Panfili, J., Pontual, H., Troadec, H., Wright, P.J., Manual of fish sclerochronology. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00017/12801/9742.pdf>

Wurts, W. A., & Stickney, R. R. (1993). Growth rates of juvenile red drum *Sciaenops ocellatus* reared on commercial salmon feed in fresh and salt water. *Growth*, 24(3), 1-3.

Yañez-Arancibia, A., & Leyton de Yañez, V. (1977). Desarrollo del otolito embrionario, patrón de su crecimiento y comparación morfológico con otolitos juveniles y adultos del bagre marino *Galeichthys caerulescens* (Günther). *An. Centro. Ciencias del Mar y Limnología. Universidad 480 Nacional Autónoma de México*, 4 (1): 115 -124.

ANEXO

Figura 1. Proceso de almacenamiento de los peces.



Figura 2. Mediciones de la longitud total de los peces.



Figura 3. Congelación de los peces.



Figura 4. descongelación de los peces.



Figura 5. Disección de los cráneos de cada individuo.



Figura 6. Limpieza del sáculo para acceder a las cámaras óticas de cada individuo.



Figura 7. Extracción del par de otolitos con pinzas.

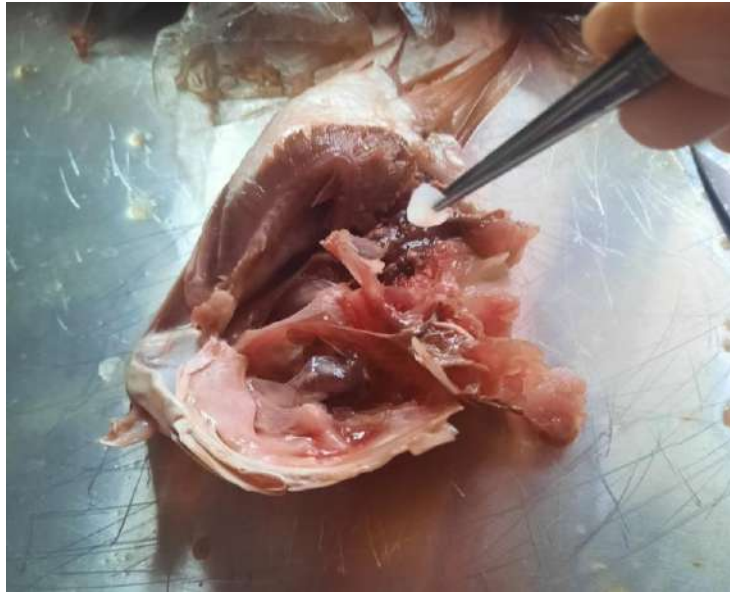


Figura 8. Eliminación de residuos membranosos y tejidos.

