



FACULTAD CIENCIAS DE LA VIDA Y TECNOLOGIAS

CARRERA BIOLOGIA

Modalidad Artículo Académico

Periodo reproductivo y Coeficiente de crecimiento del
chivo – *Pseudupeneus grandisquamis* (Gill, 1863)
desembarcados en las costas de Manta – Ecuador.

Autores:

Cevallos Loor Emily Thaiz
Loor Chila Danna Fabiola

Tutor:

Blg. Víctor Veliz Quijije

Año Lectivo:

2025-2026

Manta - Ecuador

Declaración de autoría

Nosotras Loor Chila Danna Fabiola y Cevallos Loor Emily Thaiz declaramos que hemos contribuido la realización del trabajo de titulación bajo la modalidad de Artículo Académico previo a la obtención del título de Biólogo, con el tema:

Periodo reproductivo y Coeficiente de crecimiento del chivo – *Pseudupeneus grandisquamis* (Gill, 1863) desembarcados en las costas de Manta – Ecuador.

Se ha revisado la versión final del manuscrito y aprobamos su presentación para su publicación. Nos encontramos en el derecho de asegurar que este trabajo es original, no ha sido publicado previamente.

Firma:



Loor Chila Danna Fabiola

CI: 1313552257



Cevallos Loor Emily Thaiz

CI: 1316286796

 Uleam UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ	NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR(A).	CÓDIGO: PAT-04-F-004
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO BAJO LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	REVISIÓN: 1
		Página 1 de 1

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor(a) de la Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnologías de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría del estudiante **Danna Fabiola Loor Chila** legalmente matriculado/a en la carrera de Biología, período académico 2025-2026, cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto es **"PERIODO REPRODUCTIVO Y COEFICIENTE DE CRECIMIENTO DEL CHIVO – *Pseudupeneus grandisquamis* (GILL, 1863) DESEMBARCADOS EN LAS COSTAS DE MANTA – ECUADOR"**.

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad del mismo, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

Manta, 08 de agosto de 2025.

Lo certifico,



Blgo. Víctor Manuel Véliz Quijije, MSc.
Docente Tutor(a)
Área: Ciencia pesquera

	NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR(A).	CÓDIGO: PAT-04-F-004
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO BAJO LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	REVISIÓN: 1 Página 1 de 1

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor(a) de la Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnologías de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría del estudiante **Emily Taiz Cevallos Loor** legalmente matriculado/a en la carrera de Biología, período académico 2025-2026, cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto es “**PERIODO REPRODUCTIVO Y COEFICIENTE DE CRECIMIENTO DEL CHIVO – *Pseudupeneus grandisquamis* (GILL, 1863) DESEMBARCADOS EN LAS COSTAS DE MANTA – ECUADOR**”.

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad del mismo, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

Manta, 08 de agosto de 2025.

Lo certifico,



Blgo. Víctor Manuel Véliz Qujije, MSc.

Docente Tutor(a)
Área: Ciencia pesquera

**PERIODO REPRODUCTIVO Y COEFICIENTE DE CRECIMIENTO DEL CHIVO –
Pseudupeneus grandisquamis (GILL, 1863) DESEMBARCADOS EN LAS COSTAS DE
MANTA – ECUADOR.**

Cevallos-Loor Emily Taiz¹; Loor-Chila Danna Fabiola¹

¹Carrera de Biología, Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnologías, Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, Ciudadela Universitaria vía San Mateo.
Manta, Manabí, Ecuador, 130214.

Correo institucional:

e1316286796@live.uleam.edu.ec

e1313552257@live.uleam.edu.ec

RESUMEN

El presente estudio analizó aspectos reproductivos y de crecimiento del chivo (*Pseudupeneus grandisquamis*) a lo largo de un año de muestreo en las costas de Manta-Ecuador. Se recolectaron 339 especímenes, a los cuales se les realizaron mediciones morfométricas, evaluación del índice de condición (K), índice Gonadosomático (IGS) y escala de madurez gonadal. Las hembras mostraron tallas y pesos promedios mayores que los machos, así como un patrón de maduración a longitudes superiores. El crecimiento fue progresivo a lo largo del año, con mayor incremento entre enero y agosto. La actividad reproductiva en hembras fue más intensa y prolongada, con valores más altos de IGS y presencia de gónadas maduras entre marzo y octubre. Los machos también reflejan una estrategia reproductiva extendida y diferencias biológicas claras entre sexos, información que puede servir como bases para medidas de manejo pesquero local.

Palabras Clave: Chivo, crecimiento, reproducción, índice gonadosomático, talla de madurez.

ABSTRACT

This study analyzed reproductive aspects of the goatfish (*Pseudupeneus grandisquamis*) were analyzed throughout a year of sampling off the coast of Manta, Ecuador. A total of 339 specimens were collected, which underwent morphometric measurements, evaluation of the condition index (K), gonadosomatic index (IGS), and gonadal maturity scale. Females showed larger average sizes and weights than males, as well as maturation pattern at greater lengths. Growth was progressive throughout the year, with a greater increase between January and August. Reproductive activity in females was more intense and prolonged, with higher GSI values and the presence of mature gonads between March and October. Males also reflect an extended reproductive strategy and clear biological differences between the sexes, information that can serve as basis for local fisheries management measures.

Key words: Goatfish, growth, reproduction, gonadosomatic index, size at maturity.

1. INTRODUCCIÓN

En Ecuador, especialmente en la pesca artesanal o industrial, la captura de *P. grandisquamis* puede aparecer como fauna de acompañamiento (FAC) (Programa Merluza, 2006) principalmente en

pesquerías asociadas al camarón u otros peces demersales como el pargo (Lutjanidae) o la merluza (Merlucciidae). La FAC está constituida por más de 250 especies, de las cuales el 70% corresponde al grupo de los peces, siendo 10 de las especies más abundantes. El pez chivo (*P. grandisquamis*) es una de las más abundantes en la FAC (Tapia-García 1998), sin embargo, son escasos los estudios biológicos de esta especie; (Babel 1967, Morales-Nin 1994, Valadez-González et al. 2001, Aguirre et al. 2007, Lucano-Ramírez et al. 2006, Ramos-Santiago et al. 2006, Hale y Love 2008); por ello, este trabajo analizo su periodo reproductivo y parámetros de crecimiento, aportando información clave para su manejo.

El escamudo o chivo, *P. grandisquamis* perteneciente a la familia Mullidae (Lancher, E. A. (1960) , su distribución se extiende a través de las costas del Océano Pacífico central, desde Baja California, México hasta Chile, habitando fondos arenosos y lodosos (Allen & Robertson, 1998) en profundidades que oscilan entre 1 y 67 metros (Ramos Santiago et al., 2006, Morales-Nin 1994), generalmente se captura en las redes de arrastre. Se considera una especie nativa de seis ecosistemas marinos principales: la Corriente de California, la Corriente de Humboldt, el Golfo de California, el Pacífico central de América, Galápagos y el suroeste de Chile. (Chirichigno, 1974; Eschmeyer et al., 1983; Thomson et al., 2000). En Ecuador, *P. grandisquamis* se distribuye desde la provincia de Esmeraldas hasta el oro, reflejando una presencia considerable en la región.

La identificación taxonómica de los salmonetes (Mullidae) en el Pacífico centro-oriental se basa en caracteres morfológicos claves descritos en la guía FAO (Schneider, 1995). Esta especie presenta una morfología fusiforme con moderada compresión dorso-ventral, patrones cromáticos dinámicos, dominados por pigmentaciones rosado-amarillentas con series de maculas alineadas lateralmente. Región cefálica proporcionalmente desarrollada, dotada de un aparato bucal prostusible de reducidas dimensiones, acompañado de apéndices mentonianos quimiosensoriales especializados para la búsqueda de presas bentónicas. El patrón de encamación conspicuo (escamas ctenoides de gran tamaño) y lóbulos caudales marcadamente separados reflejan adaptaciones para la vida demersal (D R Robertson, 2024).

La Familia Mullidae ha desarrollado una notable radiación adaptativa vinculada a la especialización trófica, donde los barbillones hioideos constituyen el carácter distintivo en los mecanismos de alimentación (Lancher, E. A. (1960). Los estudios comparativos revelan que las variaciones intergenéricas más significativas se manifiestan particularmente en la morfología dentaria (Gosline 1984). Esta familia se consideran valiosos bioindicadores por su sensibilidad a cambios ambientales y su rol trófico en ecosistemas costeros. Boaden & Kingsford (2012) destacan que su parasitofauna refleja alteraciones en la calidad del agua, mientras que Harmelin-Vivien et al. (2012) enfatizan su importancia en redes alimentarias bentónicas. Su distribución también responde al cambio climático: Cheung et al. (2013) y Poloczanska et al. (2013) documentan su expansión a latitudes altas, como el Mar del Norte, vinculada al calentamiento oceánico.

Además, su comportamiento de forrajeo los convierte en ingenieros ecosistémicos; Bellwood et al. (2019) y Streit et al. (2019) detallan como remueven sedimentos, facilitando ciclos de nutrientes en arrecifes. Avances taxonómicos (Gomon et al., 2020; Kimura et al., 2018) revelan diversas cripticas en géneros como *Upeneus*, esencial para su conservación.

Entre los géneros *Pseudupeneus* y *Parapeneus*, filogenéticamente afines, se observa una singular extensión anterior de la musculatura epaxial, ausente en otros miembros de la familia. Esta

particularidad anatómica se complementa con una disposición mandibular especializada: dientes robustos en posición rostral asociados a un hocico elongado, rastros morfofuncionales que favorecen la depredación de organismos móviles (Gosline, 1984).

La longitud y el peso pueden variar según la población y las condiciones ambientales de su habitat, que como lo indica Uiblein, F. (2007), son adecuados como bioindicadores debido a su sensibilidad a factores naturales y cambios inducidos por el ser humanos. En mullidos como *Mullus surmuletus*, la reproducción está fuertemente influenciada por la temperatura, con desoves concentrados en primavera-verano (Amin et al., 2016). Esto difiere de *P. grandisquamis* en zonas tropicales, donde la reproducción extendida podría responder a una menor variabilidad ambiental (Morales-Nin, 1994).

Se tienen reportadas como talla máxima y de primera madurez 30 cm y 13.8 cm respectivamente. (Ramos-Santiago et al. 2006, Morales-Nin 1994). Por otro lado, la variabilidad en la edad y el tamaño corporal de los peces recién reclutados pueden verse influidos en su supervivencia y en el papel que desempeñan (McCormick, Mark. 1994).

Claudet et al. (2020) y Sala et al. (2021) demuestran que las áreas marinas protegidas son efectivas para preservar las poblaciones de Mullidae. A pesar de ser una especie abundante en la FAC (Tapia-García 1998), son escasos los estudios biológicos registrados (Morales-Nin 1994), por lo tanto, este estudio busca aportar al conocimiento biológico del *Pseudupeneus grandisquamis*.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Obtención de muestras

Las muestras fueron recolectadas en la zona de playita mía - Manta - Ecuador situada a una latitud de $-0,95014^{\circ}$ o $0^{\circ} 57' 0''$ sur y una longitud de $-80,70732^{\circ}$ o $80^{\circ} 42' 49''$ oeste.

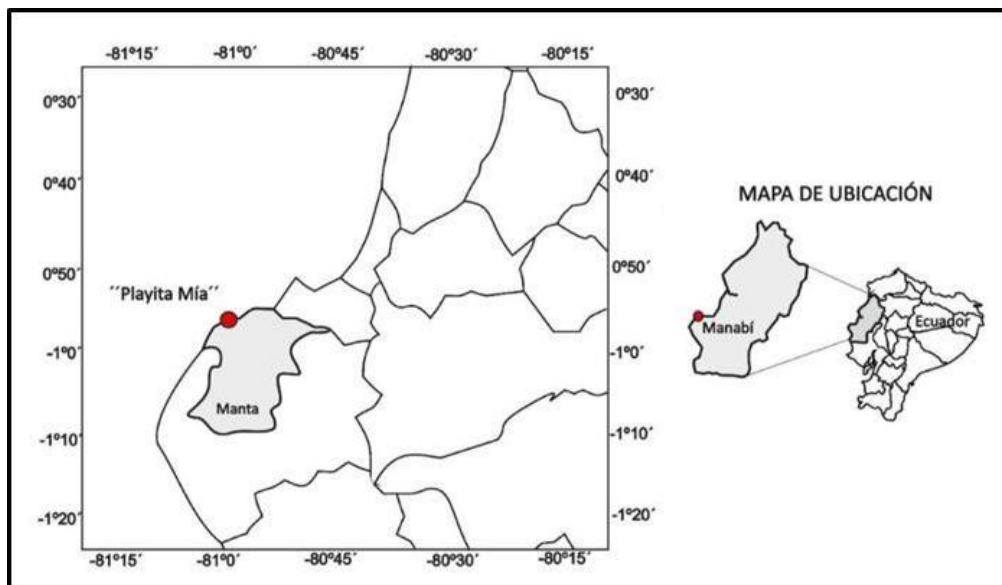


Fig. 3. Zona de muestreo Playita mía-Manta-Ecuador.

Fase de campo

Los muestreos se realizaron una vez por mes, entre los meses de enero del 2024 y enero del 2025.

Las muestras fueron escogidas al azar y transportadas hacia el laboratorio de Biología de la Facultad Ciencias de la Vida y Tecnologías de la ULEAM, manteniendo la cadena de frío para su posterior análisis morfométrico y reproductivo.

Fase de laboratorio

Entre las medidas realizadas de manera individual a cada ejemplar se incluyeron: Longitud total (Lt) que se extiende desde la punta del hocico hasta el final de la aleta caudal (*Fig. 4 a*), Altura que se mide desde el punto más alto del dorso hasta el punto más bajo del vientre (*Fig. 4 b*), Longitud de cabeza (Lc) desde la punta del hocico hasta la parte posterior del opérculo del pez (*Fig. 4 c*).

Respecto al peso, la medición se efectuó en tres partes, Peso total, Peso sin viseras y Peso de gónadas, utilizando una balanza analítica con una precisión de 0.02g.

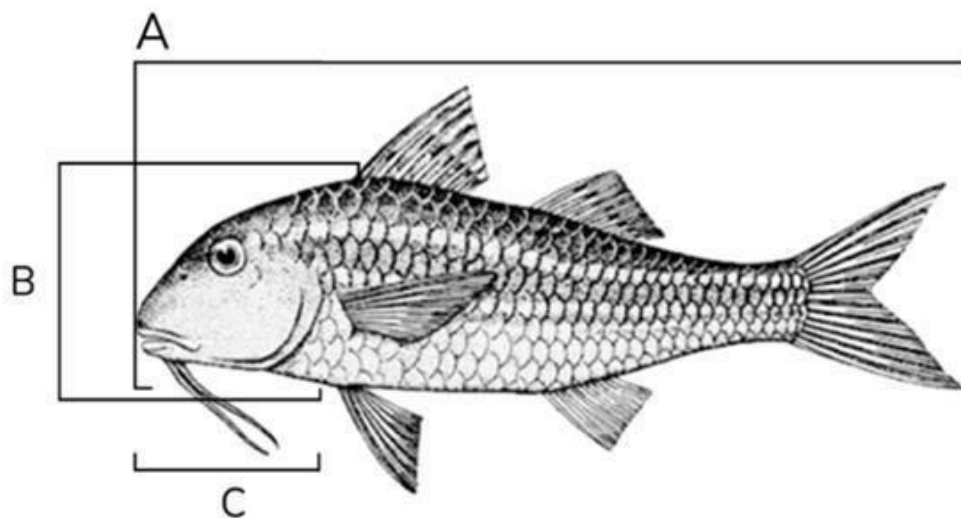


Fig. 4 Pseudupeneus grandisquamis. Medidas aplicadas en el muestreo de la especie. FAO

Análisis estadístico

Estructura de tallas.

Para analizar la estructura de tallas y pesos del ejemplar, se calcularon estadísticos descriptivos (mínimo, máximo, media, moda y desviación estándar) para la longitud total (cm) y el peso total (gr), tanto para la muestra total como por sexo (hembras y machos). Las diferencias en tallas y pesos entre sexos se evaluaron mediante una prueba *t Student*, con un nivel de significancia de $p^* < 0.05$.

0

Relación longitud peso.

Se estimó mediante la ecuación alométrica

$$W = aL^b$$

Donde:

W es el peso en gramos,

L es la longitud en centímetros,

a es la ordenada al origen (constante proporcionalidad),

b es el coeficiente de alometría (pendiente)

Las constantes a y b se estimaron mediante regresión por mínimos cuadrados (Munro & Pauly, 1983), previa linealización de la relación longitud-peso mediante una transformación logarítmica (Pauly, 1983).

Para evaluar el patrón de crecimiento (isométrico o alométrico), se evaluó el coeficiente de alometría (b) mediante una prueba t Student ($\alpha = 0.05$), contrastándolo con el valor teórico de isometría ($b = 3$) (Le Cren, 1951; Froese, 2006).

- Crecimiento isométrico ($b = 3$): Indica proporcionalidad entre peso y longitud, manteniendo la forma corporal durante el desarrollo.
- Crecimiento alométrico positivo ($b > 3$): Refleja un incremento desproporcionado del peso respecto a la longitud en individuos de mayor talla.
- Crecimiento alométrico negativo ($b < 3$): Sugiere un aumento relativo menor del peso en comparación con la longitud.

Este enfoque permite clasificar el crecimiento somático según su relación longitud-peso (Sokal & Rohlf, 1981).

Factor de condición (K).

Refleja el grado de bienestar fisiológico o robustez de una especie en relación con su ambiente, siendo también denominado *índice ponderal*, este parámetro constituye un indicador sensible del crecimiento (Bagenal y Tesch). El valor de K se calculó mensualmente utilizando la formula clásica de Le Cren (1951).

$$K = \frac{\text{Peso observado}}{\text{Peso esperado}} \times 100$$

Donde el peso estimado se estimó mediante la relación longitud-peso específica por sexo.

Escala de madurez gonadal

En el procedimiento de muestras en el laboratorio, las gónadas frescas fueron rotuladas e identificadas, registrando sus características macroscópicas (Holden & Raitt, 1975) y obteniendo fotografías digitales de cada una. Además, se documentaron aspectos externos como textura, coloración, presencia de ovocitos o fluido seminal, y grado de desarrollo. Con base de estas observaciones, se determinó el estado de madurez gonadal de cada ejemplar, tanto en machos como en hembras. Los estadios de madurez se clasificaron según Leavastu (1971), desde inmaduros (E1, E2), hasta maduros (E3, E4).

Talla de madurez sexual (Lm)

Esta se estimó a partir del ajuste de una función logística sobre la proporción de individuos por clase de talla, el punto medio de la curva representa la longitud, donde el 50% de los peces están maduros, considerando maduros a aquellos en estadios gonadales avanzados, siguiendo metodologías descritas por King (2007).

Índice Gonadosomático (IGS)

El IGS se calculó mensualmente para ambos sexos, con la siguiente formula de Cailliet et al. (1986):

$$IGS = \frac{\text{Peso gónada}}{\text{Peso total}} \times 100$$

Este valor permitió evaluar los periodos de mayor desarrollo reproductivo a lo largo del año.

3. RESULTADOS.

Se muestreo un total de 339 especímenes de *P. grandisquamis*, procesando un aproximado de 15 a 20 ejemplares mensuales durante un periodo de trece meses, recolectados desde enero del 2024 hasta enero del 2025, en los que se registraron 180 individuos hembra (53%), 148 individuos machos (44%) y 11 individuos que no pudieron ser identificados por sexo (3%).

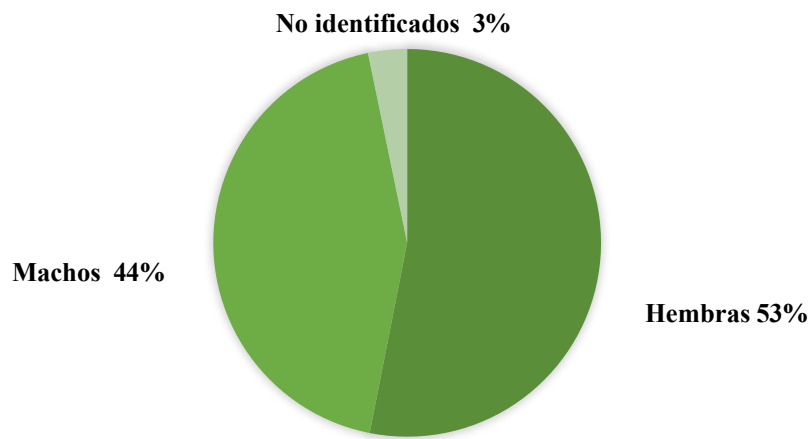


Fig. 5. Porcentaje de individuos por sexos de P. grandisquamis.

Estructura de tallas

Los individuos muestreados presentaron un rango de tallas entre 13.0 cm y 28.80 cm de longitud total para ambos sexos, y una talla promedio de 19.81 cm (*tabla 1, fig. 6a*). El peso total varió dentro de un intervalo de rangos entre 30,48 g y 233,02 g, registrándose un peso promedio general de 95,92 (*Tabla 2*).

En las hembras la longitud total fue desde los 13.0 cm hasta los 25.0 cm, con una media de 20.08 cm (*Tabla 1, fig. 6b*). El peso total varió entre 30,48 g y 233,02 g, con un valor promedio de 99,29 g (*Tabla 2*). Mientras que en los machos las tallas fluctuaron dentro del rango de 14.7 cm y 28.8 cm, con una media de 19.62 cm (*Tabla 1, fig. 6c*). el peso de estos varió entre 33,30 g y 199,28 g, con un valor promedio de 93,25 g (*Tabla 2*).

El análisis estadístico evidenció que las hembras presentaron tallas promedio mayores que los machos. La prueba t de Student mostró diferencias significativas en longitud total entre sexos ($t = 2.020$, $gl = 326$, $p = 0.044$). Sin embargo, aunque las hembras mostraron un peso total promedio mayor, esta diferencia no fue estadísticamente significativa ($t = 1.774$, $gl = 326$, $p = 0.077$).

Tabla 1. Resumen estadístico de longitud total (cm) para *P. grandisquamis*.

	N	Talla mínima	Talla máxima	Talla media	Moda	DS
Total	339	13.0	28,8	19.81	19.0	2.08
Hembras	180	13.0	25.0	20.08	19,5	2.09
Machos	148	14,7	28,8	19.62	19.0	2.02

Tabla 2. Resumen estadístico de peso total (g) para *P. grandisquamis*.

	N	Peso mínimo	Peso máximo	Peso medio	Moda	DS
Total	339	30,48	233,02	95,92	75,65	30,65
Hembras	180	30,48	233,02	99,29	75,65	32,58
Machos	148	33,30	199,28	93,25	77,70	28,24

a)

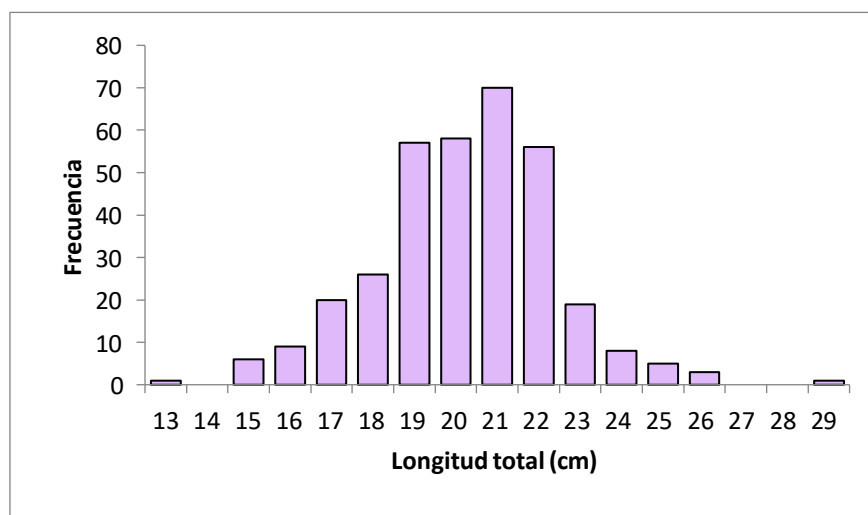


Figura 6a. Estructura de tallas por sexos combinados de *P. grandisquamis*

b)

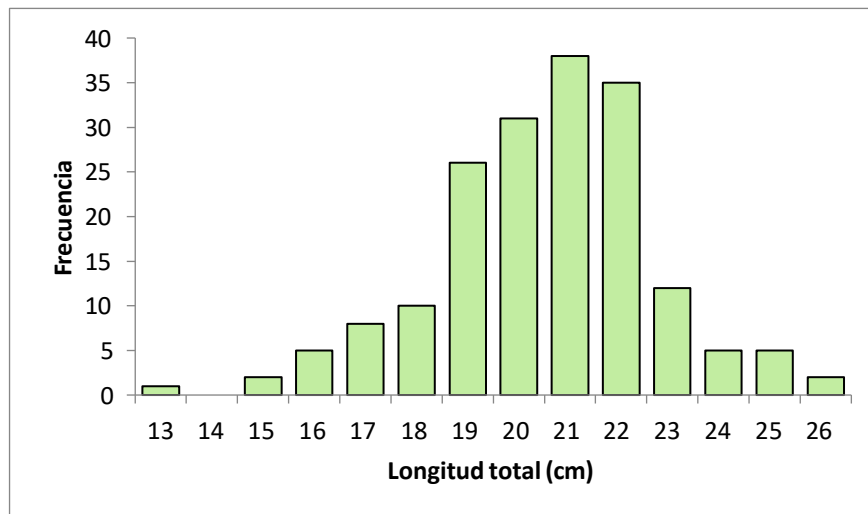


Figura 6b. Estructura de tallas hembras de P. grandisquamis.

c)

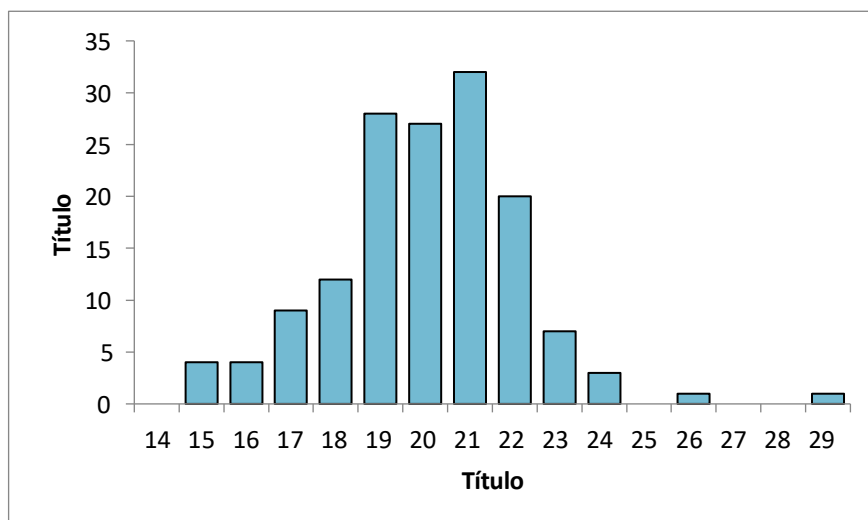


Figura 6c. Estructura de tallas machos de P. grandisquamis.

Relación Talla (Lt) y Peso (W)

La relación entre la longitud total (cm) y el Peso total (g), se realizó mediante un modelo potencial. Obteniéndose los resultados de la ecuación para sexos combinados: $W=0,0147$, $Lt\ 2,9299$ con un coeficiente de determinación $R^2 = 0,903$ (Fig. 7a). En las hembras se obtuvieron valores $W= 0,0116$, $Lt\ 3,0047$ y un valor de $R^2 = 0,9105$ (Fig. 7b). Por otro lado, en los machos se presentaron valores $W= 0,0144$, $Lt\ 2,9397$ y un $R^2 = 0,8952$ (Fig. 7c). La comparación de los coeficientes alométricos mostró que existen diferencias significativas entre sexos ($p < 0.05$) indicando patrones de crecimiento diferenciados.

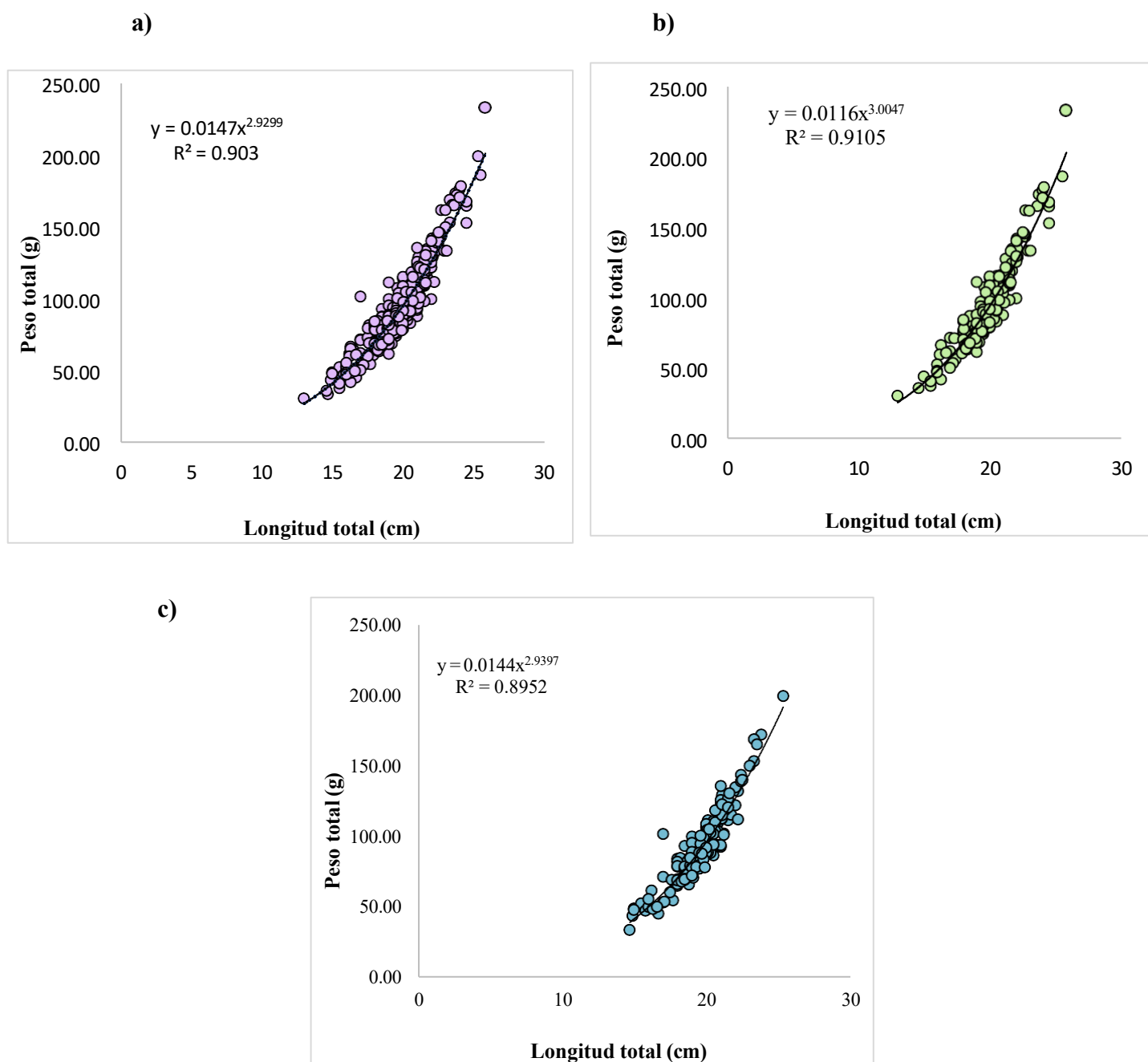


Figura 7. Relación $Lt - W$ de *P. grandisquamis*: a) Sexos combinados, b) Hembras, c) Machos.

Análisis de Longitud Total (Lt) y Peso (g) a lo largo del año

Se realizaron análisis estadísticos de la longitud total y peso a lo largo de los 12 meses del año, cuyos resultados representamos en graficas de boxplot, demostrando que la longitud total (Lt) de los peces aumentó progresivamente desde enero hasta agosto, con una mediana que incremento de 15 cm en enero a 21.05 cm en agosto (Tabla 3, fig. 8), alcanzando su valor máximo en este último mes (Fig.8). El peso total de *P. grandisquamis* mostró una marcada variación mensual (Tabla 4), con el valor medio más bajo en noviembre (53.17 g) y el más alto en agosto (139.47 g). Se observó una tendencia de aumento progresivo del peso desde enero hasta su pico en agosto (Fig. 9), seguido de una disminución hacia fin de año. Agosto también presentó la mayor variabilidad en los datos (DE = 63.2, Tabla 4).

Tabla 3. Resumen estadístico de longitud total (cm) para *P. grandisquamis*

Mes	Longitud mínima	Longitud máxima	Longitud media	Moda	Desviación estándar
Enero	15,00	22,00	17,87	18,00	1,23
Febrero	17,00	22,00	19,73	19,50	1,06
Marzo	18.20	23,70	21,11	21,50	0,93
Abril	18,00	22,50	19,39	18,00	1,05
Mayo	18,00	21,70	20,18	18,90	1,04
Junio	18,00	22,90	20,36	20,10	1,16
Julio	18.03	22,07	20,82	21,05	0,97
Agosto	22.70	28,80	24,30	23,00	1,56
Septiembre	17,00	22,00	20,32	20,60	1,14
Octubre	19,00	24,50	21,95	22,50	1,41
Noviembre	13,00	21,60	17,30	18,00	1,71
Diciembre	14.6	20,50	17,82	16,00	1,81

Tabla 4. Resumen estadístico de peso total (g) para *P. grandisquamis*

Mes	Peso mínimo	Peso máximo	Peso medio	Moda	Desviación estándar
Enero	13.83	121,65	64,80	48,46	34,1
Febrero	13.87	112,95	67,59	65,30	28,7
Marzo	14.94	173,20	104,00	84,40	45,2
Abril	13.33	139,85	69,52	69,03	38,9
Mayo	16.66	127,52	73,58	64,48	35,7
Junio	18.73	133,33	78,62	65,74	37,5
Julio	16.22	141,83	83,12	77,95	42,2
Agosto	20.61	233,02	139,47	149,74	63,2
Septiembre	15.2	132,95	71,53	68,75	39,9
Octubre	23.43	170,51	91,82	87,75	48,4
Noviembre	17.19	110,83	53,17	30,48	31,3
Diciembre	18.91	91,44	53,93	35,71	26,2

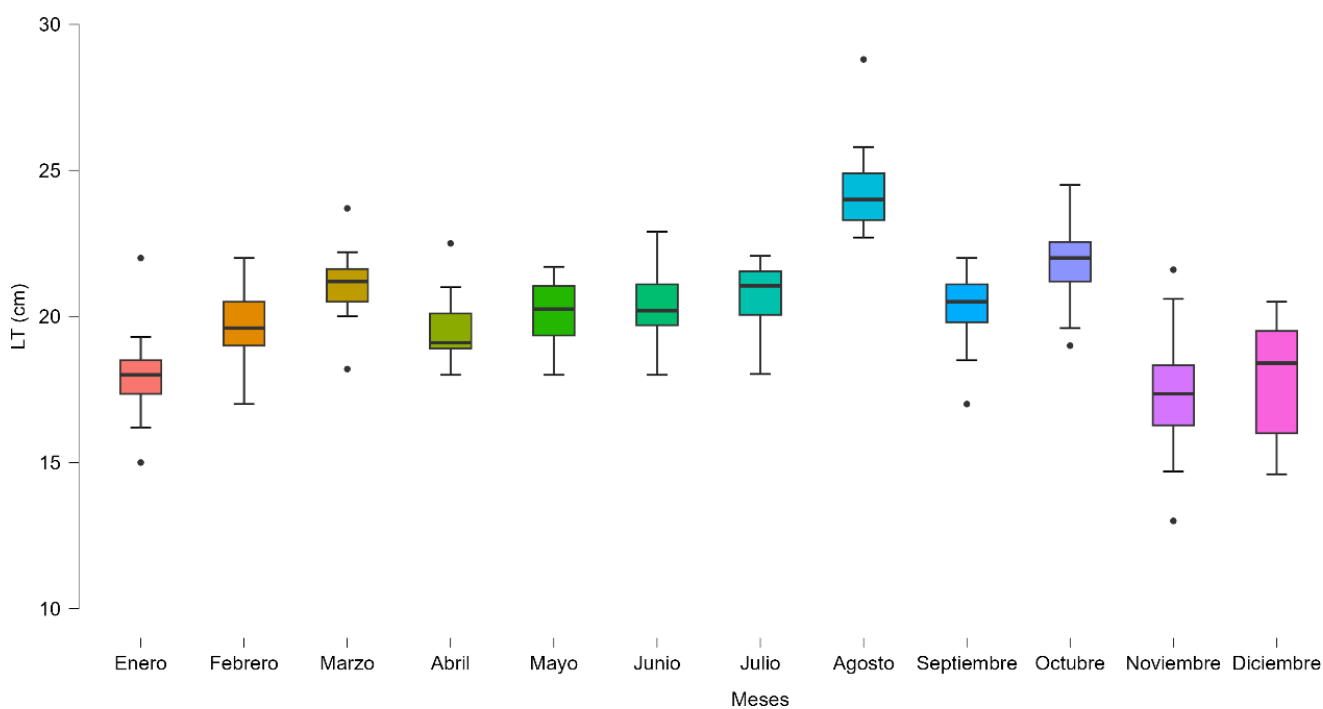


Fig. 8. Boxplot longitud total por meses de *P. grandisquamis*.

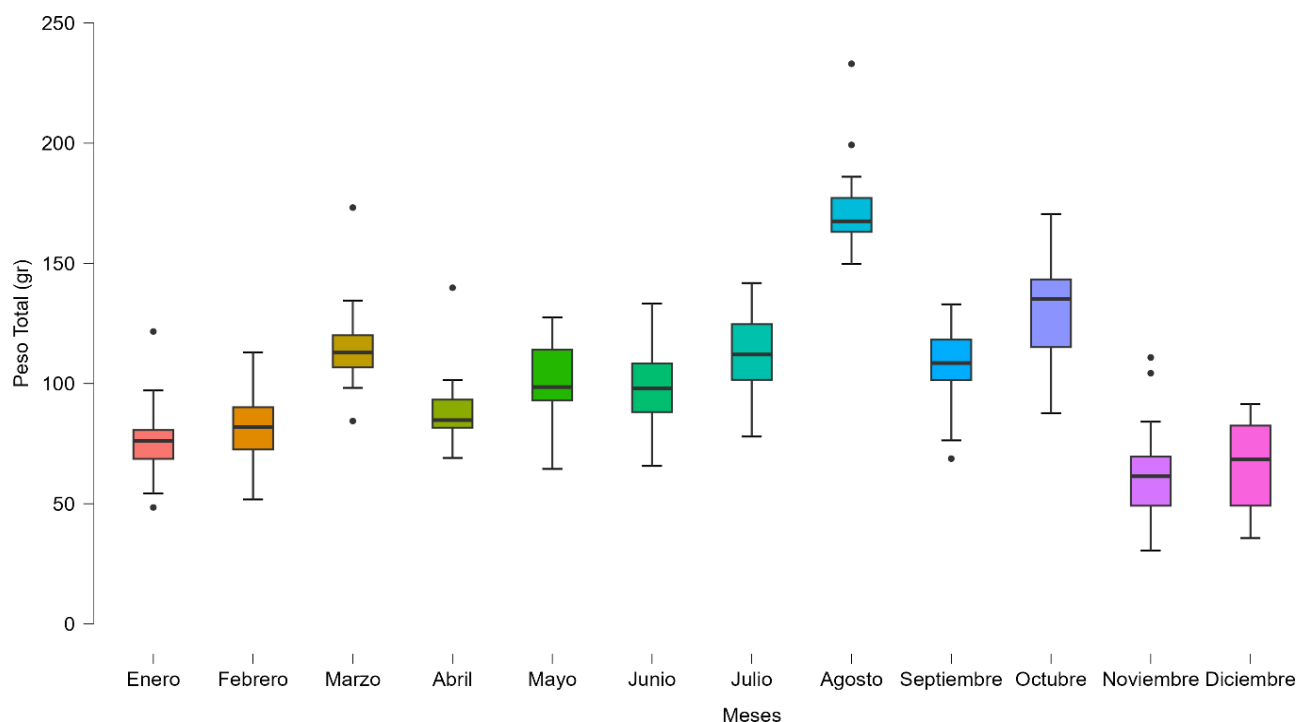


Fig. 9. Boxplot peso (g) por meses de *P. grandisquamis*.

Factor de condición (K)

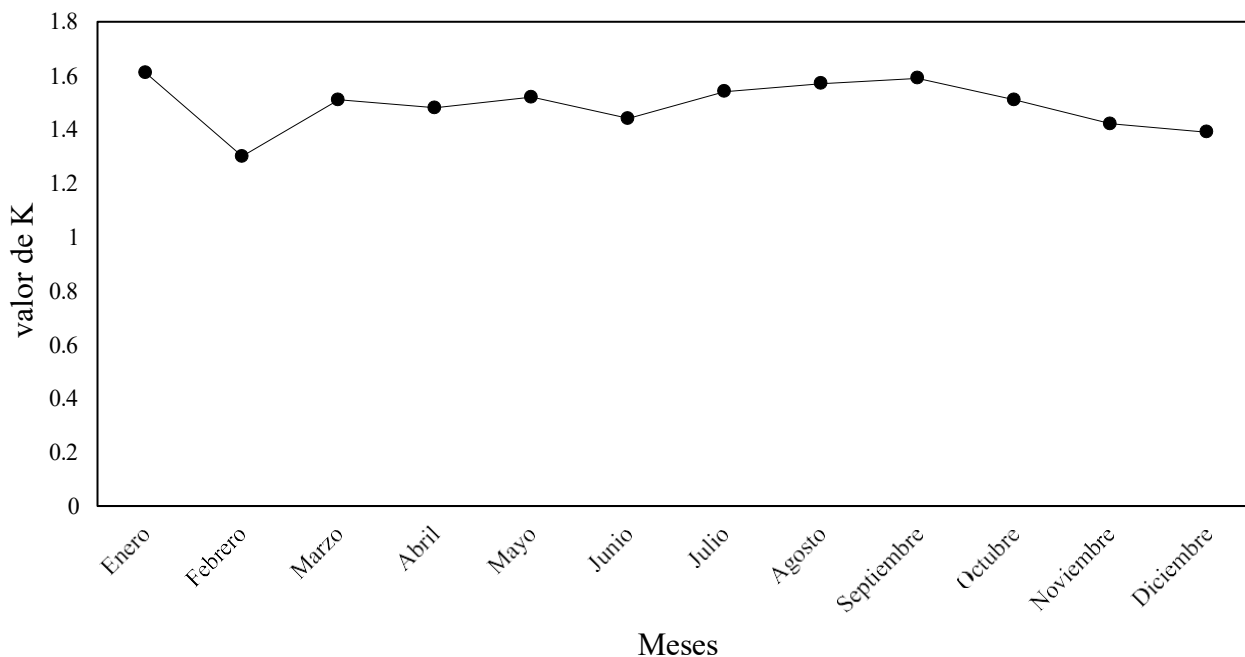


Fig. 10. Variación mensual del índice de condición (K) en *P. grandisquamis*.

Escala de madurez gonadal

Hembras

Se evidenció una actividad reproductiva continua. Los mayores porcentajes de hembras en estadio IV se observaron en marzo (n=20), mayo (n=16) y noviembre: (n= 110). La presencia recurrente de hembras maduras (E 3) y desovadas (E4) a lo largo del periodo de muestreo indica una patrona de reproducción prolongada, posiblemente con desove fraccionado. Por otro lado, los estadios inmaduros y en desarrollo se presentaron con menor frecuencia, principalmente en los meses de noviembre diciembre.

Tabla 5. Frecuencia mensual de estadios de desove en hembras de *P. grandisquamis*

Mes	Inmaduro (E1)	Desarrollo (E2)	Maduro (E3)	Desovado (E4)
Enero			11	2
Febrero		1	6	11
Marzo		2		20
Abril				7
Mayo		2		16
Junio			1	10
Julio		1	6	9
Septiembre				10
Octubre		2	2	9
Noviembre	4	2	4	11
Diciembre		2	2	9

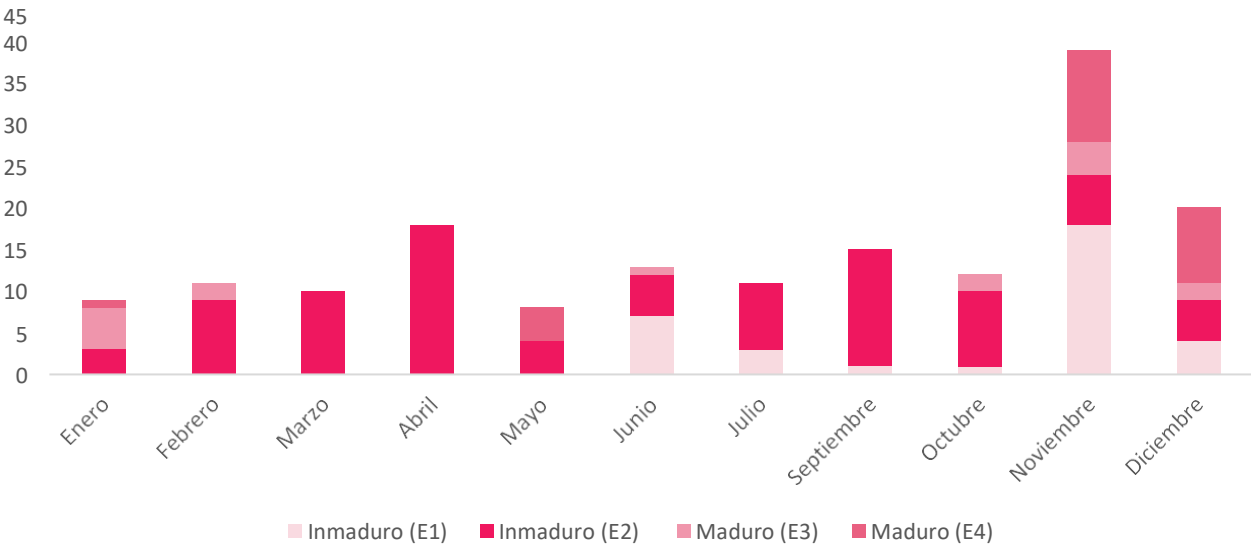


Fig. 11. Frecuencia mensual de los estadios de madurez gonadal en hembras de *P. grandisquamis*

Machos

Los mayores recuentos de estadio desovado en machos (E4) se observaron en mayo (n=4), noviembre (n= 11) y diciembre (n=9). El estadio en desarrollo (E2) fue frecuente en varios meses, con valores destacados en abril (n=8), septiembre (n= 14) y marzo (n= 10). Los estadios inmaduros se registraron en la mayoría de los meses, con mayor frecuencia en el último trimestre del año.

Tabla 6. Frecuencia mensual de estadios de desove en machos de *P. grandisquamis*

Mes	Inmaduro (E1)	Inmaduro (E2)	Maduro (E3)	Maduro (E4)
Enero		3	5	1
Febrero		9	2	
Marzo		10		
Abril		18		
Mayo		4		4
Junio	7	5	1	
Julio	3	8		
Septiembre	1	14		
Octubre	1	9	2	
Noviembre	18	6	4	11
Diciembre	4	5	2	9

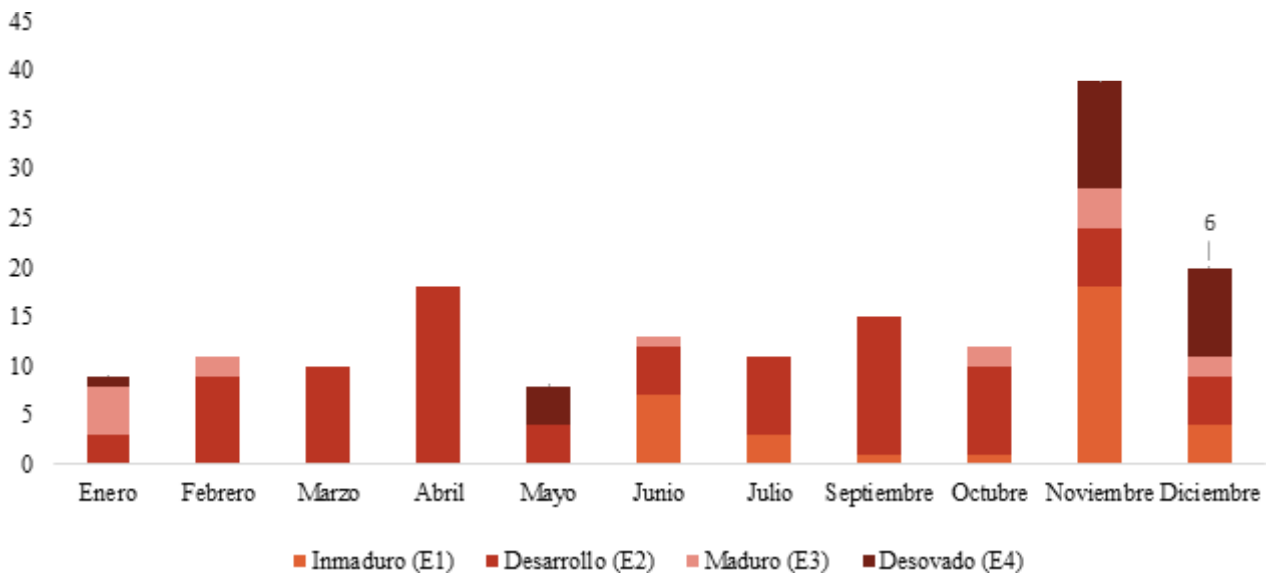


Fig. 12. Frecuencia mensual de los estadios de madurez gonadal en machos de *P. grandisquamis*

Talla de madurez sexual (Lm)

El análisis reveló diferencias claras entre sexos. La talla media de madurez (Lm) para los machos fue de 11.26 cm Lt (*Fig. 10 a*), mientras que para las hembras se estimó en 15.80 cm Lt (*Fig. 10 b*), esta diferencia sugiere un patrón de maduración sexual asincrónico entre sexos, donde las hembras requieren alcanzar una talla mayor para madurar. Estos valores fueron determinados a partir del ajuste en una curva logística a los datos de proporción de individuos maduros por clase de talla. Las curvas

mostraron un incremento progresivo en la proporción de organismos sexualmente maduros a medida que aumenta la longitud total.

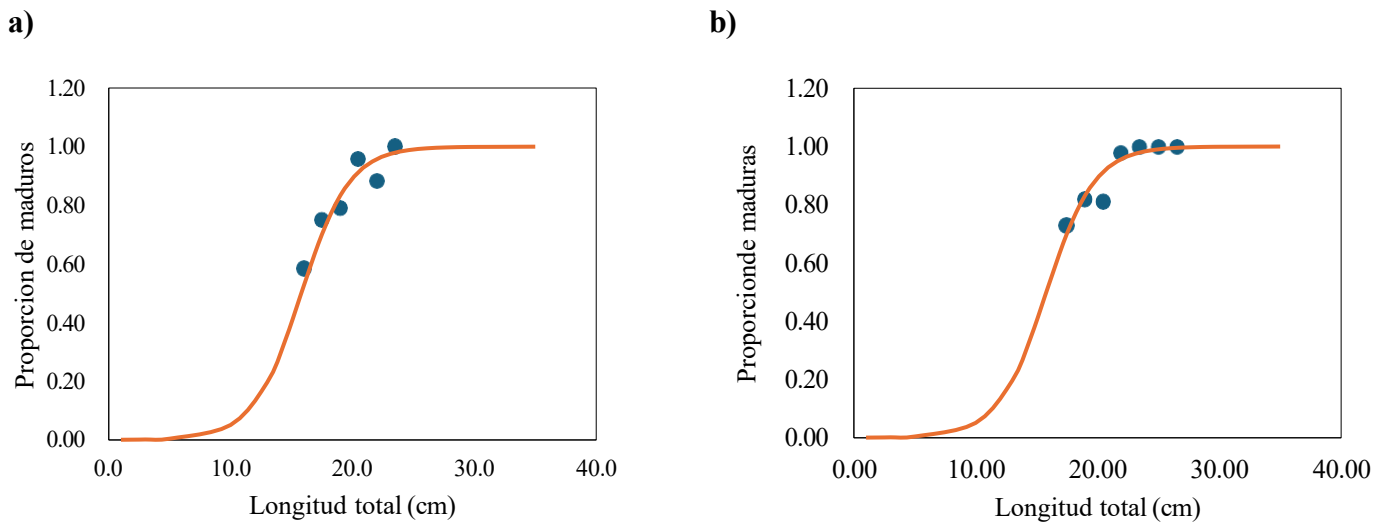


Fig. 13. Curva de madurez sexual de *P. grandisquamis*: a) Machos, b) Hembras.

Índice Gonadosomático (IGS)

El análisis mensual del IGS mostró una marcada diferencia entre sexos, en los machos los valores de IGS fueron generalmente bajos durante todo el año, con picos modestos en mayo 1,25 y en septiembre 0,90 (Fig. 14 a), lo que sugiere una actividad reproductiva menos intensa o más dispersa en el tiempo. Por otro lado, las hembras mostraron valores más elevados entre marzo y septiembre con un máximo en abril 4,47, incluso en los meses posteriores los valores se mantuvieron relativamente altos, como en octubre 3,09 y en enero del 2025 con valores de 3,19 (Fig. 14 b), lo que podría indicar la presencia de varias oleadas reproductivas o una temporada extendida de reproducción.

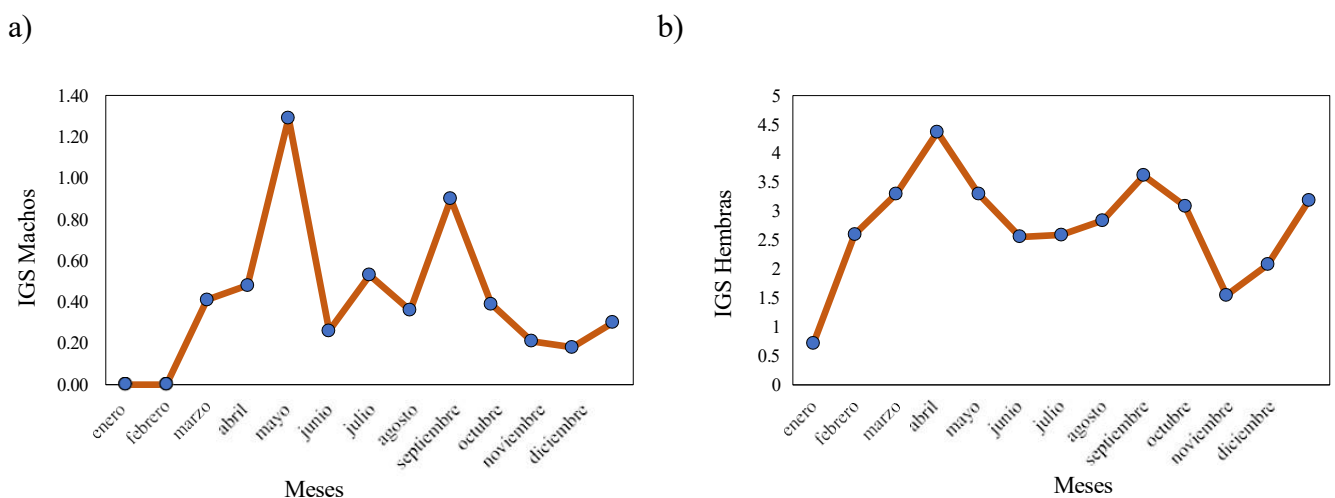


Fig. 14. Variación mensual del índice gonadosomático de *P. grandisquamis*: a) Machos, b) Hembras.

4. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos de este estudio revelan diferencias significativas en los parámetros de crecimiento y reproducción entre sexos de *P. grandisquamis*, así como adaptaciones a las condiciones ambientales locales. La talla de madurez sexual en hembras (15.80 cm LT) supero a la de los machos (11.26 cm LT), un fenómeno documentado en otros mullidos, como el caso de *M. flavolineatus*, donde las hembras también maduran a tallas menores (Abu El-Regal, 2018). Esta diferencia podría reflejar una estrategia reproductiva en la que las hembras requiere mayor tamaño para maximizar su fecundidad, tal como sugiere Wootton (1998) para peces tropicales. En comparación con estudios previos, la talla de madurez aquí registrada excedió los 13.8 cm LT observados en poblaciones del Golfo de Tehuantepec (Ramos-Santiago et al., 2006), lo que podría atribuirse a variaciones en la presión pesquera o disponibilidad de recursos entre regiones.

El coeficiente de alometría (b) revelo crecimiento isométrico en hembras ($b = 3.00$) y alométrico negativo en machos ($b = 2.94$), resultados consistentes con estudios previos en el Golfo de California (Morales- Azpeitia et al., 2012). Sin embargo, esto contrasta con los datos obtenidos de Lucano-Ramírez et al. (2006) quienes registraron un crecimiento alométrico positivo ($b = 3.46$) en poblaciones mexicanas. Estas discrepancias podrían explicarse por diferencias en la disponibilidad de alimento o condiciones oceanográficas, factores que, según Ramos-Santiago et al. (2006), influyen en el desarrollo somático de los mullidos.

La actividad reproductiva mostro un pico entre marzo y octubre, con valores elevados del índice Gonadosomático (IGS) en hembras, patrones similares se observan en *Mulloidides flavolineatus* (Wahbeh, 1992) , lo que sugiere una estrategia de desove prolongado o fraccionado. La actividad reproductiva máxima coincidió con meses de surgencia, donde el afloramiento de nutrientes favorece la disponibilidad de alimento (Bakum, 1973). Por el contrario, a disminución del factor de condición durante la influencia de la corriente de Humboldt sugiere un menor acceso a recursos tróficos (Chávez et al., 2008).

Las diferencias en los estadios de madurez gonadal entre sexos también fueron notables. Mientras que las hembras mostraron una mayor frecuencia de estadios avanzados (E3 y E4) durante gran parte del año, los machos presentaron una actividad reproductiva menos intensa y más dispersa. Este patrón coincide con lo reportado por Ramos-Santiago et al. (2006), quienes destacaron una sincronización reproductiva entre sexos, pero con una inversión energética más marcada en las hembras. Esta variabilidad en la edad de madurez sexual se alinea con el modelo continuo de historias de vida propuesto por Winemiller y Rose (1998), donde especies demersales priorizan crecimiento somático ante ambientes impredecibles.

En conjunto, estos hallazgos subrayan la importancia de considerar las diferencias sexuales y las condiciones ambientales en el manejo pesquero de *P. grandisquamis*

5. CONCLUSIÓN

El estudio demuestra que *Pseudupeneus grandisquamis* presente en las costas de Manta, evidencia dimorfismo sexual en crecimiento (isometría en hembras, $b=3.0$; alometría negativa en machos, $b=2.94$) y reproducción (madurez a 15.8 cm LT en hembras vs. 11.26 cm en machos), con un periodo

reproductivo prolongado (marzo-octubre) asociado a la surgencia costera. Los patrones observados coinciden con reportes previos para la especie (Morales-Azpeitia et al., 2012; Ramos-Santiago et al., 2006), destacando su adaptación a condiciones locales.

Estos hallazgos promueven la implementación de tallas de captura mínima y la protección de los periodos reproductivos para asegurar la sostenibilidad del recurso.

6. AGRADECIMIENTOS

A nuestros padres y hermanos, por ser el pilar que sostiene nuestros sueños, por su amor incondicional, sacrificios silenciosos y por apoyarnos incansablemente en cada etapa de este proceso.

A nuestros familiares y amigos, por su motivación y alegría compartida durante este recorrido.

A nuestro tutor, Blgo. Víctor Veliz, por su valiosa orientación y guía aportada.

A todos, gracias por acompañarnos en este viaje y ser parte fundamental de este logro.

7. BIBLIOGRAFÍA

Abu El-Regal, M. A. (2018). Reproductive biology of the yellow-striped goatfish *Mulloidichthys flavolineatus* in the Red Sea. *Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries*, *22*(4), 233–247.

Allen, G. R., & Robertson, D. R. (1998). *Peces del Pacífico Oriental Tropical*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

Amin, A. M., Madkour, F. F., Abu El-Regal, M. A., & Moustafa, A. A. (2016). Reproductive biology of *Mullus surmuletus* from the Egyptian Mediterranean Sea. *International Journal of Environmental Science and Engineering*, *7*, 1–10.

Azpeitia, R. M., Martínez, J. L., & Nevárez-Martínez, M. O. (2012). Crecimiento y mortalidad natural de *Pseudupeneus grandisquamis* (Gill, 1863) y *Urobatis halleri* (Cooper, 1863) en el Golfo de California. En J. López-Martínez & E. Morales-Bojórquez (Eds.), *Efectos de la pesca de arrastre en el Golfo de California* (pp. 153–167). CIBNOR.

Bakun, A. (1973). Coastal upwelling indices, west coast of North America, 1946–71 (NOAA Technical Report NMFS SSRF-671). U.S. Department of Commerce.

Bellwood, D. R., Streit, R. P., Brandl, S. J., & Tebbett, S. B. (2019). The role of the goatfish (Mullidae) as ecosystem engineers in coral reef habitats. *Coral Reefs*, *38*(4), 539–550. <https://doi.org/10.1007/s00338-019-01811-x>

Boaden, P. J., & Kingsford, M. J. (2012). *Trichuris trichiura* (Nematoda: Trichuridae): A new record for the parasite fauna of the striped red mullet *Mullus surmuletus* (Perciformes: Mullidae) in the Mediterranean Sea. *Journal of Parasitology*, *98*(3), 616–618. <https://doi.org/10.1645/GE-2928.1>

- Cailliet, G. M., Love, M. S., & Ebeling, A. W. (1986). *Fishes: A field and laboratory manual on their structure, identification, and natural history*. Wadsworth.
- Chavez, F. P., Bertrand, A., Guevara-Carrasco, R., Soler, P., & Csirke, J. (2008). The northern Humboldt Current System: Brief history, present status and a view towards the future. *Progress in Oceanography*, *79*(2-4), 95–105. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2008.10.012>
- Cheung, W. W. L., Watson, R., & Pauly, D. (2013). Signature of ocean warming in global fisheries catch. *Nature*, *497*(7449), 365–368. <https://doi.org/10.1038/nature12156>
- Claudet, J., Osenberg, C. W., Benedetti-Cecchi, L., Domenici, P., García-Charton, J. A., Pérez-Ruzafa, Á., Badalamenti, F., Bayle-Sempere, J., Brito, A., Bulleri, F., Culioli, J. M., Dimech, M., Falcón, J. M., Guala, I., Milazzo, M., Sánchez-Meca, J., Somerfield, P. J., Stobart, B., Vandeperre, F., ... Planes, S. (2020). Marine reserves and fisheries management: Implications of goatfish behavior for spatial planning. *Fish and Fisheries*, *21*(2), 324–339. <https://doi.org/10.1111/faf.12433>
- Gomon, M. F., Struthers, C. D., & Stewart, A. L. (2020). A revision of the goatfish genus *Upeneus* (Mullidae) in the Indo-Pacific. *Zootaxa*, *4750*(1), 1–85. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4750.1.1>
- Gosline, W. A. (1984). Structure, function, and ecology in the goatfishes (Family Mullidae). *Pacific Science*, *38*(4), 312–323.
- Harmelin-Vivien, M. L., Kaim-Malka, R. A., Ledoyer, M., & Jacob-Abraham, S. S. (2012). Trophic ecology of the goatfish *Mullus surmuletus* in the Mediterranean Sea. *Journal of Fish Biology*, *80*(5), 1724–1747. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2012.03251.x>
- Holden, M. J., & Raitt, D. F. (1975). *Manual de ciencia pesquera. Parte 2: Métodos para investigar los recursos y su aplicación*. FAO. (Número de documento técnico de pesca: 115).
- Instituto Nacional de Pesca. (2006). Ficha pesquera 028: Chivo colorado (*Pseudupeneus grandisquamis*). Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural.
- Kimura, S., Iwatsuki, Y., & Yoshino, T. (2018). Phylogenetic relationships of the Mullidae (Perciformes) inferred from mitochondrial DNA sequences. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, *118*, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2017.09.012>
- Lachner, E. A. (1960). Family Mullidae: Goatfishes. En L. P. Schultz et al. (Eds.), *Fishes of the Marshall and Marianas Islands* (Vol. 2, pp. 1–46). Smithsonian Institution.
- Laevastu, T. (1971). *Manual de métodos de Biología Pesquera*. FAO.
- Lucano-Ramírez, G., Ruiz-Ramírez, S., & Rojo-Vázquez, J. A. (2006). Composición por tallas y ciclo reproductivo de *Pseudupeneus grandisquamis* (Pisces: Mullidae) en el Pacífico central mexicano. *Revista de Biología Tropical*, *54*(1), 195–207.
- Morales-Azpeitia, R., López-Martínez, J., & Nevárez-Martínez, M. O. (2013). Crecimiento y tasas de mortalidad de *Pseudupeneus grandisquamis* y *Urobatis halleri*, especies de fauna acompañante en la pesquería de camarón. *Hidrobiológica*, *23*(1), 45–56.

- Morales-Nin, B. (1994). Growth of demersal fish species of the Mexican Pacific Ocean. *Marine Biology*, *121*(2), 211–217. <https://doi.org/10.1007/BF00346731>
- Poloczanska, E. S., Brown, C. J., Sydeman, W. J., Kiessling, W., Schoeman, D. S., Moore, P. J., Brander, K., Bruno, J. F., Buckley, L. B., Burrows, M. T., Duarte, C. M., Halpern, B. S., Holding, J., Kappel, C. V., O'Connor, M. I., Pandolfi, J. M., Parmesan, C., Schwing, F., Thompson, S. A., & Richardson, A. J. (2013). Global imprint of climate change on marine life. *Nature Climate Change*, *3*(10), 919–925. <https://doi.org/10.1038/nclimate1958>
- Ramos-Santiago, E., Ramírez-Gutiérrez, J. M., Mendoza-Rodríguez, R., & Tapia-García, M. (2006). Reproducción, distribución y abundancia del pez *Pseudupeneus grandisquamis* (Perciformes: Mullidae) en el Golfo de Tehuantepec, México. *Revista de Biología Tropical*, *54*(4), 1103–1112.
- Sala, E., Costello, C., Dougherty, D., Heal, G., Kelleher, K., Murray, J. H., Rosenberg, A. A., & Sumaila, R. (2021). Assessing the effectiveness of marine protected areas for goatfish populations. *Conservation Biology*, *35*(1), 112–123. <https://doi.org/10.1111/cobi.13589>
- Schneider, M. (1995). Mullidae. Salmonetes. En W. Fischer et al. (Eds.), *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca: Pacífico centro-oriental* (Vol. 3, pp. 1299–1300). FAO.
- Streit, R. P., Bellwood, D. R., & van Herwerden, L. (2019). Sediment turnover by foraging goatfish: Implications for coral reef nutrient cycling. *Marine Ecology Progress Series*, *610*, 1–14. <https://doi.org/10.3354/meps12845>
- Uiblein, F. (2007). Goatfishes (Mullidae) as indicators in tropical and temperate coastal habitat monitoring and management. *Marine Biology Research*, *3*(5), 275–288. <https://doi.org/10.1080/17451000701687129>
- Wahbeh, M. I. (1992). Aspects of the reproduction biology and growth of two species of goatfish (Mullidae) from Aqaba, Red Sea. *Senckenbergiana Maritima*, *22*, 255–264.
- Winemiller, K. O., & Rose, K. A. (1992). Patterns of life-history diversification in North American fishes: Implications for population regulation. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, *49*(10), 2196–2218. <https://doi.org/10.1139/f92-242>
- Wootton, R. J. (1998). *Ecology of teleost fishes* (2^a ed.). Kluwer Academic.