

HISTOLOGÍA GONADAL Y ACTIVIDAD REPRODUCTIVA DE LAS ESPECIES DE IMPORTANCIA COMERCIAL EN TUMBES, PERÚ DURANTE EL 2024

GONADAL HISTOLOGY AND REPRODUCTIVE ACTIVITY OF COMMERCIALLY IMPORTANT SPECIES IN TUMBES, PERU DURING 2024

Luis Tito,^{1*} Manuel Vera¹ Percy Montero¹
Solange Alemán¹ Elmer Ordinola¹

RESUMEN

TITO, L., VERA, M., MONTERO, P., ALEMÁN, S. & ORDINOLA, E. (2026). Histología gonadal y actividad reproductiva de las especies de importancia comercial en Tumbes, Perú durante el 2024. *Inf Inst Mar Perú*, 53(1), 139-149.- Durante el 2024, se procesaron histológicamente 1.294 gónadas por el método de infiltración en parafina y cortes en criostato para determinar fases de madurez gonadal en *Prionotus stephanophrys*, *Caulolatilus affinis*, *Scomberomorus sierra*, *Hemanthias peruanus*, *Striostrea prismatica*, *Ucides occidentalis*, *Ilioichione subrugosa*, *Cardisoma crassum* y *Octopus mimus*. Además, se analizaron 2.261 gónadas de los bivalvos *S. prismatica* y *I. subrugosa* para determinar sexo por el método de frotis El análisis histológico de los ovarios de *P. stephanophrys*, *C. affinis*, *S. sierra* y *H. peruanus* mostró tipos de células sexuales en diferente grado de desarrollo. En las hembras de *S. prismatica*, *U. occidentalis*, *I. subrugosa* y *O. mimus* se observaron ovocito inmaduro (OI), ovocito en maduración (OEM, que para *O. mimus* y *C. crassum* se denomina ovocito vitelogenado), ovocito maduro (OM), ovocito atrésico (OA) que no fue observado en *O. mimus*. *A. tuberculosa* presentó su mayor actividad reproductiva (AR) en abril, durante el periodo cálido, mientras que el factor de Condición de Fulton (ICF) alcanzó picos máximos en el enfriamiento del mar; la AR e IGS en los langostinos (*Litopenaeus occidentalis*, *L. vannamei* y *L. stylirostris*) tuvieron picos en febrero, con alta temperatura - baja salinidad y en octubre tras el enfriamiento con salinidad estable. La dinámica térmica y el ciclo halino e hidrológico influenciaron en las variaciones de la AR e IGS de las especies de peces, las que mostraron adaptaciones reproductivas diferenciadas, según las condiciones oceanográficas imperantes.

PALABRAS CLAVE: histología gonadal, madurez gonadal, tipos de ovocitos, actividad reproductiva

ABSTRACT

TITO, L., VERA, M., MONTERO, P., ALEMÁN, S. & ORDINOLA, E. (2026). Gonadal histology and reproductive activity of commercially important species in Tumbes, Peru during 2024. *Inf Inst Mar Peru*, 53(1), 139-149.- During 2024, gonadal histology was performed on 1,294 gonads using paraffin embedding and cryostat sectioning to assess maturity stages in several commercially important species: *Prionotus stephanophrys*, *Caulolatilus affinis*, *Scomberomorus sierra*, *Hemanthias peruanus*, *Striostrea prismatica*, *Ucides occidentalis*, *Ilioichione subrugosa*, *Cardisoma crassum*, and *Octopus mimus*. Additionally, sex was determined in 2,261 gonads of the bivalves *S. prismatica* and *I. subrugosa* using the smear technique. Ovarian histology in *P. stephanophrys*, *C. affinis*, *S. sierra*, and *H. peruanus* revealed gametogenic cells spanning multiple developmental stages. In females of *S. prismatica*, *U. occidentalis*, *I. subrugosa*, and *O. mimus*, the following oocyte categories were consistently identified: immature oocytes (OI), maturing oocytes (OEM; termed vitellogenic oocytes in *O. mimus* and *C. crassum*), mature oocytes (OM), and atretic oocytes (OA; absent in *O. mimus*). Peak reproductive activity (RA) in *Anadara tuberculosa* occurred in April, coinciding with the warmest period, whereas Fulton's condition factor (CF) reached maximum values during sea cooling phases. In penaeid shrimps (*Litopenaeus occidentalis*, *L. vannamei*, and *L. stylirostris*), both reproductive activity and gonadosomatic index (GSI) showed prominent peaks in February (associated with high temperature and low salinity) and October (following cooling under stable salinity conditions). Seasonal thermal regimes, together with haline and hydrological cycles, were major drivers of variation in RA and GSI across the studied fish species. These species exhibited distinct reproductive strategies finely tuned to the prevailing oceanographic conditions in the region.

KEYWORDS: gonadal histology, gonadal maturity, oocyte types, reproductive activity

1 Instituto del Mar del Perú, Laboratorio Costero de Tumbes, Perú.

*Correspondencia: ltito@imarpe.gob.pe

1. INTRODUCCIÓN

El mar peruano posee el nivel de productividad primaria más importante del mundo el cual es fundamental para la abundancia de los recursos marinos y el desarrollo de la actividad pesquera que contribuye de manera significativa al desarrollo económico del país (FLORES *et al.*, 2020; MINISTERIO DEL AMBIENTE [MINAM], s.f.). Los recursos pesqueros de mayor importancia comercial son peces pelágicos, seguidos de los demersales y costeros, así como diversos invertebrados destacando crustáceos, moluscos y bivalvos, cuya extracción constante ha llevado al proceso y empleo de modelos de evaluación orientados al manejo sostenible de las pesquerías que se desarrollan en el país, siendo el estudio de la condición reproductiva de los stocks uno de los elementos más importantes en toda evaluación de cualquier recurso pesquero (BUITRÓN *et al.*, 2015).

El Instituto del Mar del Perú (IMARPE) tiene como uno de sus órganos la Sede Desconcentrada de Tumbes (SD Tumbes) en cuyo Laboratorio de Biología Reproductiva, se realiza el estudio detallado de las gónadas de peces e invertebrados de interés comercial mediante análisis histológico, observando y diferenciando el desarrollo de las células sexuales durante el proceso de madurez gonadal (BUITRÓN *et al.*, 2015) que permite estimar el ciclo reproductivo de las especies evaluadas, así como los periodos de mayor actividad reproductiva, talla de madurez y desove, los cuales son elementos claves para estimar la temporada de veda reproductiva y talla mínima de extracción y captura (SABORIDO-REY, 2008).

En este artículo se detallan los tipos de células sexuales presentes en hembras y machos de algunos peces e invertebrados de interés comercial de Tumbes, observados al microscopio, previo procesamiento histológico con el empleo de técnicas de infiltración en parafina y cortes por congelamiento en criostato y también procesadas mediante frotis. Así mismo, se analiza la actividad reproductiva, que es importante para conocer la estación de mayor actividad reproductiva y de desove.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. La zona de estudio para la obtención de muestras biológicas comprendió desde punta Capones ($3^{\circ}23'42''S - 80^{\circ}18'28''W$) hasta Quebrada Fernández ($4^{\circ}05'40''S - 81^{\circ}02'30''W$) y desde la línea de costa hasta las 45 mn, en donde se obtuvieron muestras de las especies capturadas por la pesquería artesanal y de menor escala que opera dentro de esa zona para determinar sus parámetros biológico-pesqueros (Fig. 1).

Recolección de información y muestreos

Se empleó la metodología planteada por ORDINOLA y TITO (2025) para identificar los invertebrados marinos y del manglar, ejecutar los muestreos biológicos y la catalogación de las fases de madurez gonadal, mientras que las metodologías empleadas por VERA *et al.* (2025) y ALEMÁN y TITO (2025) fueron para peces pelágicos y demersales.

Los datos para el análisis de proporción sexual, madurez gonadal, índice gonadosomático (IGS) y actividad reproductiva (AR) proceden de las fichas F03-B/IMP de los muestreos biológicos realizados y digitalizados en el programa IMAR-SIS Web, los que fueron descargados como base de datos y se procesaron con el programa estadístico SPSS y hojas de cálculo de Excel.

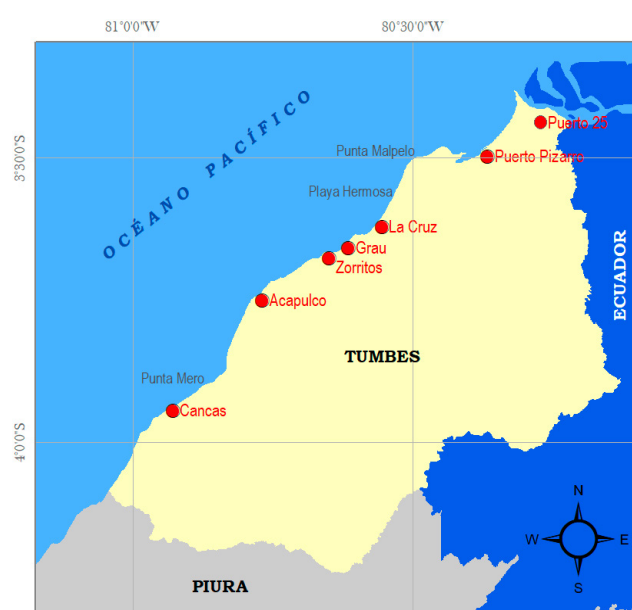


Figura 1.- Principales lugares de desembarque pesquero en Tumbes (modificado de VERA *et al.*, 2010)

Tabla 1.- Promedios mensuales de temperatura y salinidad del mar superficial (TMS, SMS) y sus anomalías (ATMS, ASMS) en el punto costero de Nueva Esperanza y TMS en las 5 millas marinas frente a Tumbes (NASA JPL/GHRSS/MUR-L4-GLOB-v4.1, °C; 1,1 km).
Fuente: MONTERO (2025)

Mes	TSM (°C)	ATSM (°C)	TMS 5 mn (°C)	SSM	ASSM
Enero	27,93	0,48	25,62	32,519	-0,703
Febrero	29,01	0,73	27,09	30,618	-1,672
Marzo	29,53	1,39	27,27	29,655	-0,886
Abril	28,14	0,59	25,16	32,017	1,360
Mayo	28,06	0,76	24,72	32,832	1,153
Junio	27,02	0,95	24,14	33,066	0,027
Julio	26,29	1,00	24,29	33,137	-0,394
Agosto	25,07	0,24	23,13	33,496	-0,250
Setiembre	25,07	-0,06	22,75	33,550	-0,269
Octubre	25,41	-0,57	22,60	33,927	0,154
Noviembre	26,03	-0,09	23,48	34,132	0,571
Diciembre	27,64	0,65	23,32	33,921	0,435

Las gónadas colectadas fueron fotografiadas y luego fijadas en formol bufferado al 10%, quedando en reposo de 48 a 96 horas para la penetración del fijador en el tejido. Los análisis histológicos, se efectuaron con la técnica de infiltración en parafina y cortes por congelamiento en criostato, las muestras procesadas histológicamente fueron coloreadas con hematoxilina de Harris y eosina alcohólica, siguiendo la metodología descrita por BUITRÓN *et al.* (2011).

Para la identificación y clasificación de los tipos de células sexuales de peces de las especies *Prionotus stephanophrys*, *Caulolatilus affinis*, *Scomberomorus sierra* y *Hemanthias peruanus* según su grado de desarrollo, se siguió el modelo descrito por BUITRÓN *et al.* (2015). En el caso de los moluscos bivalvos *Striostrea prismatica* e *Ilioichione subrugosa* se tomaron como referencia los trabajos publicados por TITO *et al.* (2022, 2024), para *Ucides occidentalis* y *Cardisoma crassum* se siguió el trabajo de PEREA DE LA MATTA (1998) y para el pulpo *Octopus mimus* se usó como guía el trabajo de NACARINO LEÓN (1997).

Análisis de datos

Para el análisis y obtención de los estadios y grados de desarrollo de los invertebrados marinos y del manglar, así como de los peces pelágicos y demersales, se emplearon las metodologías aplicadas por ORDINOLA y TITO (2025), VERA *et al.* (2025) y ALEMÁN y TITO (2025). También, se calculó la actividad reproductiva (AR) mensual de *S. sierra*, *C. affinis*, *P. stephanophrys*, *H. peruanus*, *L. vannamei*

y *A. tuberculosa* con el empleo de la metodología descrita por BUITRÓN *et al.* (2011).

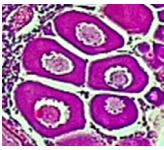
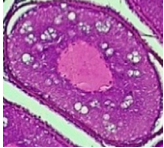
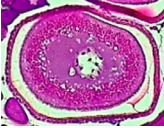
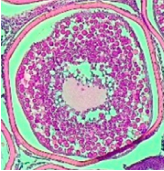
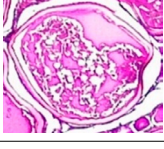
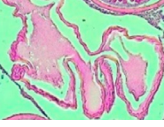
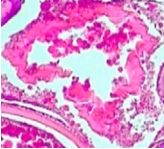
Se analizaron los promedios mensuales de la temperatura y salinidad superficial del mar (TMS, SMS) y sus anomalías (ATMS y ASMS) obtenidos durante el 2024 en el punto costero de Nueva Esperanza; también se consideró los promedios mensuales de la TMS en las 5 millas marinas frente a Tumbes, los que fueron obtenidos por MONTERO y GUEVARA (2025) (Tabla 1). Finalmente, se calculó el coeficiente de correlación lineal de Pearson "r" entre el logaritmo de los valores de las variables oceanográficas consideradas con el logaritmo de los valores mensuales de la AR y del factor de condición de Fulton (ICF) de las especies de invertebrados y el AR e IGS de las especies de peces para identificar las asociaciones significativas, según la metodología utilizada por MONTERO y GUEVARA (2024, 2025).

3. RESULTADOS

Análisis microscópico de gónadas

Se analizaron 1.294 gónadas procesadas histológicamente, de las cuales 127 correspondieron a falso volador *Prionotus stephanophrys*, 126 a peje blanco *Caulolatilus affinis*, 366 a sierra *Scomberomorus sierra*, 173 a doncella peruana *Hemanthias peruanus*, 196 a ostra *Striostrea prismatica*, 17 a cangrejo de manglar *Ucides occidentalis*, 21 a concha rayada *Ilioichione subrugosa*, 13 a cangrejo azul *Cardisoma crassum* y 255 a pulpo *Octopus mimus*.

Tabla 2.- Descripción de los tipos de ovocitos presentes en hembras de *P. stephanophrys*, *C. affinis*, *S. sierra* y *H. peruanus* en Tumbes, febrero a diciembre 2024

Tipo de ovocito	Descripción	Imagen
Ovocito inmaduro (OI)	Presenta citoplasma que se observa color morado, núcleo grande y esférico con el color lila claro.	
Ovocito previtelogenado (OPV)	Presenta alvéolos corticales en la periferia del citoplasma los que se observan de color blanco y, el núcleo.	
Ovocito vitelogenado (OV)	Se observan gránulos de vitelo de color rosado oscuro que van desde la periferia del citoplasma hacia el núcleo.	
Ovocito maduro (OM)	Se observan abundantes gránulos de vitelo de color rosado distribuidos de manera uniforme en todo el citoplasma.	
Ovocito con núcleo migratorio (ONM)	Es un ovocito maduro con el núcleo ubicado en la periferia del citoplasma. Esta migración ocurre previo a la hidratación.	
Ovocito hidratado (OH)	Se observa de color rosado claro y presenta forma irregular debido a la deformación que sufre como resultado del proceso histológico.	
Ovocito atrésico (OA)	Se observa una capa folicular gruesa en algunos lados y es de forma irregular.	

En las gónadas de hembras de *P. stephanophrys*, *C. affinis*, *S. sierra* y *H. peruanus* se determinaron: ovocito inmaduro (OI), ovocito previtelogenado (OPV), ovocito vitelogenado (OV), ovocito maduro (OM), ovocito con núcleo migratorio (ONM) y ovocito hidratado (OH), además del ovocito atrésico (OA) (Tabla 2). Cabe precisar que los ovocitos atrésicos no representan ningún grado de desarrollo celular, pero su presencia evidencia un proceso degenerativo por el que los ovocitos, en diferente grado de desarrollo, son reabsorbidos en el ovario para recuperar la energía acumulada en él y usarla en otras funciones vitales.

En las gónadas de hembras de *S. prismatica*, *U. occidentalis* e *I. subrugosa* se determinaron: ovocito inmaduro (OI), ovocito en maduración (OEM) y

ovocito maduro (OM) (Tabla 3), en hembras de *O. mimus* y *C. crassum* se determinaron: ovocito inmaduro (OI), ovocito vitelogenado (OV) y ovocito maduro (OM) (Tabla 3), en machos de *P. stephanophrys*, *C. affinis*, *H. peruanus*, *S. prismatica* y *U. occidentalis* se determinaron: espermatogonia (Eg), espermatocito (Ec) y espermatozoide (Ez) (Tabla 3).

Tabla 3.- Tipos de ovocitos encontrados en el análisis histológico realizado a hembras de *S. prismatica*, *U. occidentalis*, *I. subrugosa* y *C. crassum*, y en machos de *P. stephanophrys*, *C. affinis*, *H. peruanus*, *S. prismatica*, *U. occidentalis* e *I. subrugosa*, Tumbes, febrero a diciembre 2024

Hembras	Machos
Ovocito inmaduro (OI)	Espermatogonia (Eg)
Ovocito en maduración (OEM)/ Ovocito vitelogenado (OV)	Espermatocito (Ec)
Ovocito maduro (OM)	Espermatozoide (Ez)

Con base en el análisis histológico se determinaron seis fases de madurez gonadal macroscópica para las hembras de *C. affinis* las cuales fueron: Virginal (0), En maduración (II), Maduro (III), Desovante (IV), Recuperación (V) y Reposo (I) (Tabla 4).

Proporción sexual

En *Ilichione subrugosa* se observaron diferencias estadísticamente significativas entre sexos ($X^2=84,761$ $p<0,05$) con predominio de machos (1,6 M: 1 H), superioridad que fue más notoria en agosto (5,8: 1) (Fig. 2).

Tabla 4.- Fases de madurez gonadal macroscópica en hembras de *C. affinis* con base en el análisis histológico, Tumbes, febrero a diciembre de 2024

Fase de madurez gonadal	Tipos de ovocito presente	Imagen
Virginal (0)	Ovocito inmaduro (OI) y también puede tener ovocito previtelogenado (OPV), pared del ovario delgada.	
Reposo (I)	Ovocito inmaduro (OI) y ovocito previtelogenado (OPV), pared del ovario gruesa.	
En maduración (II)	Ovocito inmaduro (OI), ovocito previtelogenado (OPV) y ovocito vitelogenado (OV).	
Maduro (III)	Ovocito inmaduro (OI), ovocito previtelogenado (OPV), ovocito vitelogenado (OV) y ovocito maduro (OM).	
Desovante (IV)	Ovocito inmaduro (OI), ovocito previtelogenado (OPV), ovocito vitelogenado (OV), ovocito maduro (OM) y ovocito hidratado (OH).	
Recuperación (V)	Ovocito inmaduro (OI), ovocito previtelogenado (OPV), ovocito vitelogenado (OV), ovocito maduro (OM) y ovocito atrésico (OA).	

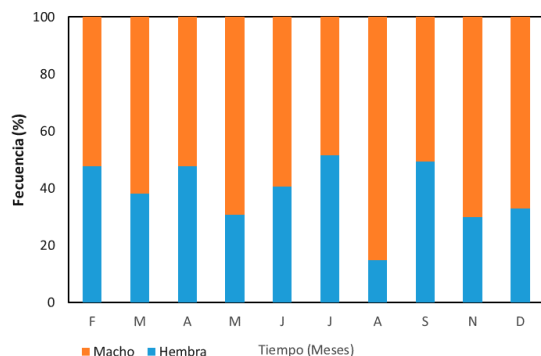


Figura 2.- Variación mensual de la proporción sexual de *Ilichione subrugosa*, en Tumbes, febrero a diciembre 2024

Actividad reproductiva (AR)

Scomberomorus sierra presentó dos picos de mayor actividad reproductiva (AR), uno principal entre octubre y diciembre y otro secundario entre febrero y abril, los cuales fueron similares para su índice gonadosomático (IGS) (Fig. 3A). *C. affinis* presentó tres picos de mayor AR, uno principal entre mayo y octubre, uno secundario entre febrero y marzo y otro entre octubre y diciembre, los cuales fueron similares para su IGS (Fig. 3B); *P. stephanophrys* presentó un pico de mayor AR entre octubre y diciembre, seguido de uno secundario entre abril y junio, otro entre junio y agosto y un último entre febrero y abril, los cuales también fueron similares a su IGS (Fig. 3C). *H. peruanus*

presentó tres picos de mayor AR, uno principal y sostenido entre junio y diciembre, otro secundario entre marzo y mayo, y un tercero entre febrero y marzo, cuya tendencia y comportamiento fue similar a su IGS (Fig. 3D). *A. tuberculosa* presentó tres picos de mayor AR, uno principal entre marzo y mayo, uno secundario entre mayo y julio, y un tercero entre julio y octubre, los cuales tuvieron una relación directa con el comportamiento del factor de condición de Fulton (ICF) (Fig. 3E). *L. vannamei* presentó cuatro picos de mayor AR, dos principales, uno entre febrero y marzo y el otro entre setiembre y noviembre, y dos picos secundarios, uno entre abril y junio y el otro entre junio y agosto, los cuales tuvieron un comportamiento similar con su IGS (Fig. 3F).

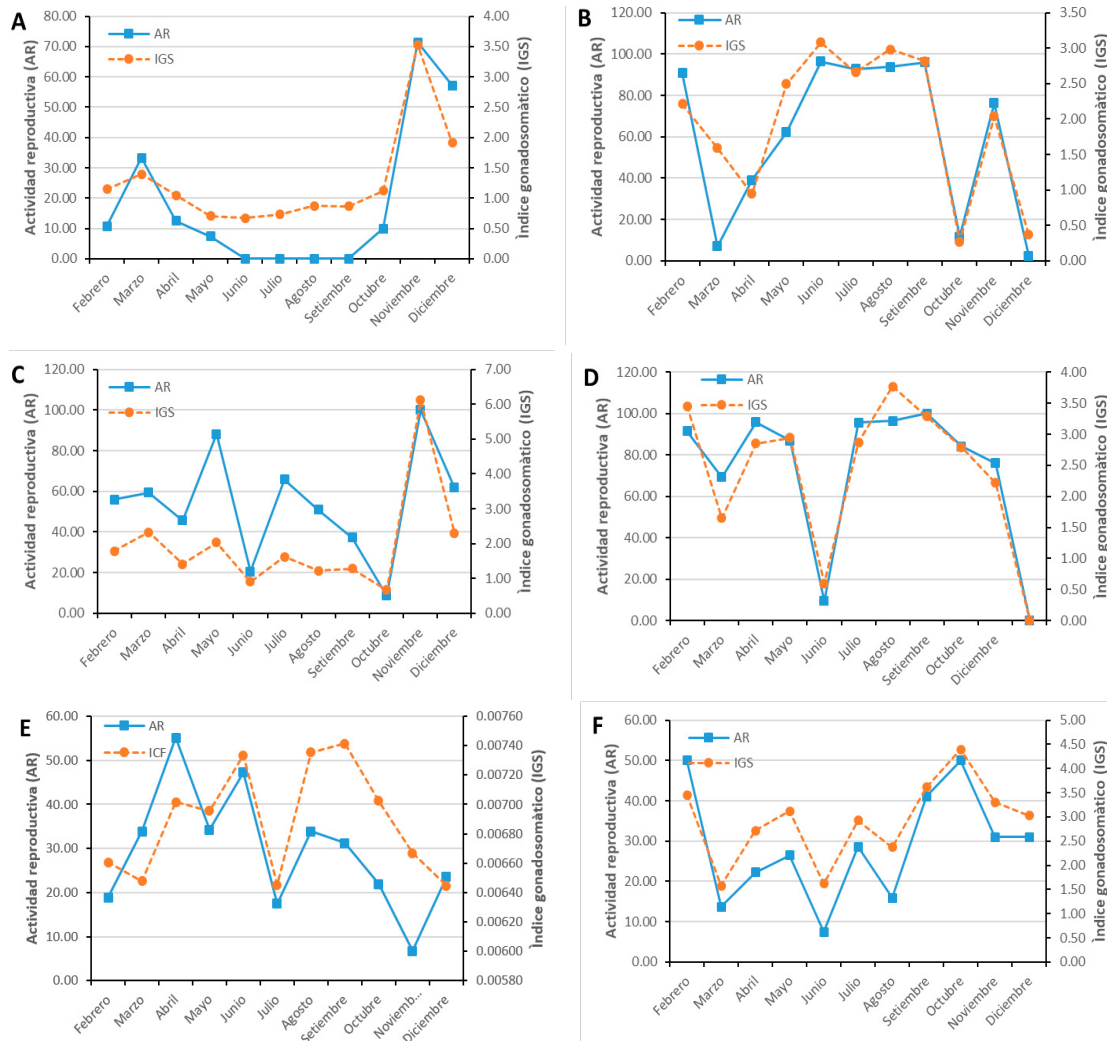


Figura 3.- Variación mensual de la actividad reproductiva (AR) y del índice gonadosomático (IGS) de: A. *S. sierra*, B. *C. affinis*; C. *P. stephanophrys*; D. *H. peruanus*; E. *A. tuberculosa* y F. *L. vannamei*, y del factor de condición de Fulton (ICF) para *A. tuberculosa* en Tumbes, durante febrero a diciembre 2024

Tabla 5.- Índice de correlación lineal de Pearson (r), (95%; tn^2 ; $\alpha/2$) entre el logaritmo de la actividad reproductiva e ICF de *Anadara tuberculosa*, y el IGS de *Litopenaeus vannamei*, *L. occidentalis* y *L. stylirostris*, con el logaritmo de la media mensual de variables oceanográficas, Tumbes, febrero a diciembre 2024

Especie	Variables	AR (%) (E.N.S.)	ICF (%) (E.N.S.)
Concha negra <i>Anadara tuberculosa</i>	TSM (°C)	0,233±0,579	-0,552±0,468
	ATSM (°C)	-0,136±0,698	-0,561±0,572
	TSM 5 mn (°C)	0,162±0,590	-0,481±0,503
	SSM	-0,289±0,567	0,350±0,551
	ASSM	0,343±0,553	0,219±0,581
Especie	Variables	AR (%) (E.N.S.)	IGS (%) (E.N.S.)
Langostino <i>Litopenaeus occidentalis</i> <i>Litopenaeus vannamei</i> <i>Litopenaeus stylirostris</i>	TSM (°C)	-0,177±0,588	-0,397±0,536
	ATSM (°C)	-0,083±0,702	-0,303±0,671
	TSM 5 mn (°C)	-0,177±0,588	-0,434±0,523
	SSM	0,185±0,587	0,465±0,510
	ASSM	-0,237±0,578	0,089±0,597

E.N.S.: Estadísticamente no significativo

Tabla 6.- Índice de correlación lineal de Pearson (r), (95 %; tn^2 ; $\alpha/2$) entre el logaritmo de la actividad reproductiva y el IGS de *Hemanthias peruanus*, *Prionotus stephanoprhyis*, *Caulolatilus affinis* y *Scomboromorus sierra* con el logaritmo de la media mensual de variables oceanográficas, Tumbes, febrero a diciembre 2024

Especie	Variables	AR (%) (E.N.S.)	IGS (%) (E.N.S.)
Doncella <i>Hemanthias peruanus</i>	TSM (°C)	-0,078±0,628	-0,227±0,610
	ATSM (°C)	-0,302±0,671	-0,499±0,604
	TSM 5 mn (°C)	-0,001±0,630	-0,110±0,625
	SSM	-0,047±0,629	0,083±0,627
	ASSM	0,006±0,630	-0,080±0,628
Falso volador <i>Prionotus stephanoprhyis</i>	TSM (°C)	0,346±0,552	0,281±0,569
	ATSM (°C)	-0,016±0,705	0,337±0,662
	TSM 5 mn (°C)	0,354±0,550	0,240±0,578
	SSM	-0,190±0,586	-0,078±0,598
	ASSM	0,184±0,587	0,163±0,590
Peje blanco <i>Caulolatilus affinis</i>	TSM (°C)	-0,330±0,556	-0,039±0,600
	ATSM (°C)	-0,245±0,683	-0,019±0,705
	TSM 5 mn (°C)	-0,037±0,600	0,240±0,578
	SSM	0,111±0,595	-0,188±0,586
	ASSM	-0,248±0,576	-0,280±0,569
Sierra <i>Scomboromorus sierra</i>	TSM (°C)	-0,125±0,748	0,070±0,598
	ATSM (°C)	0,264±0,868	0,049±0,704
	TSM 5 mn (°C)	-0,196±0,740	-0,034±0,600
	SSM	0,214±0,738	0,097±0,597
	ASSM	0,189±0,586	0,151±0,591

E.N.S.: Estadísticamente no significativo

Asociación con variables oceanográficas

Todos los valores del índice de correlación lineal (r) entre la AR, ICF e IGS de las especies evaluadas y los promedios mensuales de las variables térmicas y de salinidad fueron estadísticamente no significativos (Tablas 5, 6).

4. DISCUSIÓN

El análisis histológico de gónadas es el método más preciso para conocer a detalle el desarrollo celular de las gónadas de peces e invertebrados y por ende determinar con mejor precisión las fases de madurez gonadal de un recurso pes-

quero (BUITRÓN *et al.*, 2015; CARRILLO ESTÉVEZ, 2009; PÉREZ GARCÍA, 2007; SABORIDO-REY, 2008). Al respecto, BUITRÓN *et al.* (2015) recomendaron la elaboración de escalas de madurez gonadal respaldadas por análisis histológico y destacaron la importancia de clasificar la madurez gonadal mediante este análisis. En concordancia con lo antes mencionado, en el área de biología reproductiva de la SD Tumbes se realizó el análisis histológico a las gónadas de los principales recursos de interés comercial capturados por la pesquería artesanal de Tumbes, mediante el uso de técnicas histológicas (técnica de infiltración en parafina y cortes por congelamiento en criostato). La finalidad principal de estas investigaciones respaldadas con el análisis histológico es proporcionar información técnica precisa que sustente la formulación de recomendaciones específicas para el manejo pesquero, mostrando así un compromiso con la sostenibilidad y la gestión efectiva de los recursos pesqueros.

BUITRÓN *et al.* (2015) mencionan que, a lo largo de su ciclo reproductivo, los peces hembras presentan de manera general seis tipos de ovocitos en diferente grado de desarrollo, los cuales son: ovocito inmaduro (OI), ovocito previtelogenado (OPV), ovocito vitelogenado (OV), ovocito maduro (OM), ovocito con núcleo migratorio (ONM) y ovocito hidratado (OH), además del ovocito atrésico (OA), y en los machos presentan cuatro tipos de células sexuales en diferente grado de desarrollo: espermatogonios (Eg), espermatocitos (Ec), espermatídes (Et) y espermatozoides (Ez). Durante el 2024, se determinaron y describieron los mismos tipos de ovocitos para hembras de *S. sierra*, *C. affinis*, *P. stephanophrys* y *H. peruanus*; así mismo, se determinaron tres tipos de células sexuales en los machos de las especies mencionadas, a excepción de *S. sierra*, ya que no se efectuaron los análisis histológicos para los machos.

PAREDES PAREDES (2010) y ORTIZ-GALARZA *et al.* (2011) encontraron tres tipos de células sexuales para hembras y machos de *Tagelus dombeii* y *Trachycardium procerum*, respectivamente, especies presentes en la zona de influencia de la corriente de Humboldt; mientras que, TITO *et al.* (2022, 2024a) encontraron lo mismo en *Larkinia grandis* y *Anadara tuberculosa*, especies propias del eco-

sistema de manglar de Tumbes. En los análisis histológicos realizados durante el 2024 se determinaron tres tipos de ovocitos en hembras de *S. prismatica* e *I. subrugosa*: ovocito inmaduro (OI), ovocito en maduración (OEM) y ovocito maduro (OM); mientras que en los machos se observaron espermatogonias (Eg), espermatocitos (Ec) y espermatozoides (Ez).

PEREA DE LA MATTA (1998) describió cuatro tipos de ovocitos en diferente grado de desarrollo para hembras de *Cancer setosus* los cuales fueron: ovocito inmaduro, ovocito en madurez, ovocito maduro, ovocito maduro avanzado, además del ovocito atrésico. En los análisis histológicos realizados durante el 2024, en gónadas de hembras de *U. occidentalis* y *C. crassum*, se determinaron tres tipos de ovocitos en diferente grado de desarrollo los cuales fueron: OI, OEM y OM, además del OA.

Por otro lado, la proporción sexual de *I. subrugosa*, mostró dominio de machos en comparación con las hembras, característica que forma parte de su estrategia reproductiva (SABORIDO-REY, 2008; CARRILLO ESTÉVEZ, 2009).

La relación directamente proporcional entre el IGS y la AR en *S. sierra*, *C. affinis*, *P. stephanophrys*, *H. peruanus*, *L. vancouverensis*, y entre el FC para *A. tuberculosa*, durante el 2024, mostró patrones específicos en cada una de las especies evaluadas. Estos patrones reflejan variaciones en las estrategias reproductivas, las cuales responden a las condiciones ambientales presentes en un momento determinado. El comportamiento reproductivo de estas especies tiene como objetivo principal garantizar el éxito reproductivo y la supervivencia de la descendencia, maximizando la probabilidad de que los juveniles nazcan en condiciones ambientales óptimas. Según SABORIDO-REY (2008) cada individuo posee un conjunto de rasgos reproductivos determinados por su genotipo y moldeados por su historia evolutiva; dichos rasgos, en su conjunto, conforman su estrategia reproductiva, en la que algunos pueden ser plásticos y mostrar gran variación, mientras que otros son más inflexibles y presentan poca variabilidad. En este sentido, el ambiente experimentado por un organismo influye en la expresión de sus rasgos reproductivos (SABORIDO-REY, 2008).

Diversos estudios han demostrado que los factores ambientales como la temperatura, la disponibilidad de alimento y la salinidad pueden modular la reproducción de especies marinas y estuarinas, lo que afecta tanto el desarrollo gonadal como la eficiencia en la producción de gametos (FORDYCE, 2006; LOWERRE-BARBIERI *et al.*, 2011a y b). En 2024, no se encontraron correlaciones estadísticamente significativas entre la AR, el FC y el IGS con las variables oceanográficas. Esta ausencia de asociación podría atribuirse a las marcadas fluctuaciones en las variables biológico-reproductivas a lo largo del año, lo que impidió identificar una tendencia clara de variación. Estos resultados contrastan con los obtenidos por TITO *et al.* (2024b) quienes reportaron una asociación inversa y moderada ($r = -0,720 \pm 0,382$) entre la AR mensual del langostino *Litopenaeus vannamei* y los promedios mensuales de la temperatura media superficial del mar (TMS) en el punto costero Nueva Esperanza. Asimismo, documentaron una correlación inversa y moderada ($r = -0,655 \pm 0,433$) entre la AR mensual del carajito *Diplectrum conceptione* y los valores mensuales de la anomalía de la temperatura media superficial del mar (ATMS).

En el caso de *Anadara tuberculosa*, se observó un pico máximo de AR en abril, coincidiendo con el periodo cálido del mar (febrero-abril) cuando la salinidad aumentó. Este patrón es consistente con estudios previos que indican que las variaciones en temperatura y salinidad influyen significativamente en la reproducción de bivalvos en ambientes estuarinos (CRUZ, 1984). En contraste, la AR disminuyó intermitentemente durante el enfriamiento del mar (mayo-octubre) y la posterior estabilización de la salinidad, alcanzando su valor mínimo en noviembre. Por otro lado, el FC de *A. tuberculosa* mostró sus máximos valores durante el periodo de enfriamiento del mar, en condiciones de salinidad elevada y estable. En cuanto a los langostinos (*L. occidentalis*, *L. vannamei* y *L. stylirostris*) se registraron dos picos de AR e IGS: el primero en febrero, coincidiendo con el incremento térmico y la disminución de la salinidad, y el segundo en octubre, al final del periodo de enfriamiento, cuando la salinidad se mantuvo alta y estable. Estudios han demostrado que la temperatura y la salinidad afectan significativamente la supervivencia y el desarrollo larval de *L. vannamei*, lo que podría influir en sus patrones reproductivos (PONCE-PALAFIX *et al.*, 1997).

En el grupo de peces, la doncella *Hemanthias peruanus* presentó AR elevada durante la mayor parte del año, con una reducción significativa en junio (9,5%) y un pico del 100% en septiembre. El falso volador *Prionotus stephanophrys* mostró fluctuaciones intermedias, con máximo en noviembre (100%) y mínimo en octubre (8,6%). Por su parte, el peje blanco *Caulolatilus affinis* presentó altos valores de AR durante el estiaje (junio-septiembre) con porcentajes superiores al 90%, pero exhibió una disminución drástica en marzo (7%) y diciembre (2,5%). En contraste, la sierra *Scomberomorus sierra* tuvo reproducción restringida a noviembre (71,4%) y diciembre (57,1%) con ausencia total entre junio y septiembre.

Se evidenció que la AR de *H. peruanus* y *C. affinis* se concentró mayormente en el periodo de estiaje y en condiciones de bajas temperaturas, mientras que *P. stephanophrys* y *S. sierra* presentaron una AR elevada en noviembre, coincidiendo con condiciones ambientales neutras. Además, *C. affinis* mostró preferencia por ambientes más fríos y estables, mientras que *H. peruanus* mantuvo una reproducción sostenida a lo largo del año, con excepción de junio, punto intermedio del periodo de enfriamiento. Estos resultados sugieren que las variaciones térmicas y el ciclo hidrológico desempeñan un papel clave en la regulación de los periodos reproductivos de estas especies. La influencia de las condiciones oceanográficas en la reproducción de peces ha sido documentada en diversas especies, indicando que factores como la temperatura y la disponibilidad de nutrientes pueden modular la actividad reproductiva (DOLOMATOV *et al.*, 2013; ISAAC, 1990).

Respecto al IGS, *H. peruanus* y *C. affinis* presentaron sus valores más altos durante el estiaje, alcanzando máximos en agosto (3,8%) y junio (3,1%), respectivamente, mientras que su desarrollo gonadal disminuyó significativamente en junio y octubre, durante el periodo de enfriamiento. En contraste, *P. stephanophrys* y *S. sierra* exhibieron picos de IGS en noviembre (6,1% y 3,5%, respectivamente) y diciembre (2,3% y 1,9%) lo que sugiere una preferencia por la transición entre estiaje y avenida. La disminución marcada del IGS en estas especies durante el periodo cálido y de avenida podría estar relacionada con adaptaciones a la disponibilidad de recursos o con condiciones ambientales óptimas para el éxito reproductivo. En conjunto,

estos hallazgos evidencian estrategias reproductivas diferenciadas entre las especies evaluadas, probablemente moduladas por la variabilidad térmica y la dinámica hidrológica del ecosistema.

5. CONCLUSIONES

Durante el 2024, con el uso de técnicas histológicas realizadas en algunos peces e invertebrados de interés comercial, se conoció a detalle las características de las células sexuales de hembras y machos.

Durante el 2024, se observó que el comportamiento del índice gonadosomático (IGS) y la actividad reproductiva (AR) de *S. sierra*, *C. affinis*, *P. stephanophrys*, *H. peruanus*, *L. vannamei*, y el índice de coeficiente de Fulton para *A. tuberculosa* son diferentes entre especies.

Los resultados de 2024 no mostraron correlaciones significativas entre la AR, el ICF y el IGS con las variables oceanográficas debido a la alta variabilidad biológica a lo largo del año. Sin embargo, *A. tuberculosa* presentó su mayor AR en abril, durante el período cálido y con salinidad en aumento, mientras que su ICF alcanzó picos máximos en el enfriamiento del mar. En los langostinos (*Litopenaeus occidentalis*, *L. vannamei* y *L. stylirostris*), la AR e IGS tuvieron picos en febrero, con alta temperatura y baja salinidad, y en octubre, tras el enfriamiento y con salinidad estable. Estos patrones sugieren una posible influencia ambiental en la reproducción, requiriendo estudios adicionales para su confirmación.

Las variaciones en la actividad reproductiva (AR) e índice gonadosomático (IGS) de *H. peruanus*, *C. affinis*, *P. stephanophrys* y *S. sierra* habrían sido influenciadas por la dinámica térmica y el ciclo hidrológico; *H. peruanus* y *C. affinis* mostraron mayor AR e IGS durante el estiaje (alta salinidad) y temperaturas más frías, mientras que *P. stephanophrys* y *S. sierra* presentaron picos en la transición al período de avenida (baja salinidad).

La marcada disminución del IGS de los peces evaluados, en el período cálido sugiere adaptaciones reproductivas a la disponibilidad de recursos o condiciones ambientales óptimas, evidenciando estrategias diferenciadas entre estas especies que reflejan un cierto grado de dependencia de las condiciones oceánicas y costeras.

Agradecimientos

A Mervin Guevara, por la revisión y supervisión de este estudio; a María Serna, por su apoyo en los muestreos en laboratorio, así como en colecta y procesamiento histológico de gónadas; a Carlos Saavedra, por su apoyo en el traslado de las muestras biológicas y, a Jimmy Chávez y Yeni Mogollón, por su apoyo logístico.

6. REFERENCIAS

- ALEMÁN, S. & TITO, L. (2025). *Seguimiento de la pesquería demersal y costera en la Región Tumbes durante el 2024* (Informe Técnico Anual). Instituto del Mar del Perú.
- BUITRÓN, B., PEREA, A., MORI, J., SÁNCHEZ, J., ROQUE, C., CASTILLO, J. & GÁLVEZ, M. A. (2015). Madurez gonadal de algunos peces de importancia comercial: Escalas macroscópicas validadas microscópicamente. *Bol Inst Mar Perú*, 30(1-2), 3-9. <https://hdl.handle.net/20.500.12958/2935>
- BUITRÓN, B., PEREA, A., MORI, J., SÁNCHEZ, J. & ROQUE, C. (2011). Protocolo para estudios sobre el proceso reproductivo de peces pelágicos y demersales. *Inf Inst Mar Perú*, 38(4), 373-384. <https://hdl.handle.net/20.500.12958/2172>
- CARRILLO ESTÉVEZ, M. A. (Coord.). (2009). *La reproducción de los peces: Aspectos básicos y sus aplicaciones en acuicultura*. Fundación Observatorio Español de Acuicultura, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.
- CRUZ, R. A. (1984). Algunos aspectos de la reproducción en *Anadara tuberculosa* (Pelecypoda: Arcidae) de Punta Morales, Puntarenas, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 32(1), 45-50. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/rbt/article/view/24772>
- DOLOMATOV, S., ZUKOW, W. & BRUDNICKI, R. (2013). Role of temperature in regulation of the life cycle of temperate fish. *Russian Journal of Marine Biology*, 39(2), 81-91. <https://doi.org/10.1134/S1063074013020041>
- FLORES, D., BUCARAM-VILLACÍS, S. J., PAREDES, E. & PAREDES, C. E. (2020, 9 de diciembre). *Propuesta para el desarrollo de la pesca artesanal en Perú*. Banco Interamericano de Desarrollo. <https://blogs.iadb.org/sostenibilidad/es/propuesta-para-el-desarrollo-de-la-pesca-artesanal-en-peru/>
- FORDYCE, J. A. (2006). The evolutionary consequences of ecological interactions mediated through phenotypic plasticity. *Journal of Experimental Biology*, 209(12), 2377-2383. <https://doi.org/10.1242/jeb.02271>
- ISAAC, V. J. (1990). *The accuracy of some length-based methods for fish population studies* (ICLARM Technical Report 27). International Center for Living Aquatic Resources Management (ICLARM). <https://hdl.handle.net/20.500.12348/3196>
- LOWERRE-BARBIERI, S. K., BROWN-PETERSON, N. J., MURUA, H., TOMKIEWICZ, J., WYANSKI, D. M. & SABORIDO-REY, F. (2011a). Emerging issues and methodological advances in fisheries reproductive biology. *Marine and Coastal Fisheries: Dynamics, Management, and Ecosystem Science*, 3, 32-51. <https://doi.org/10.1080/19425120.2011.555725>

- LOWERRE-BARBIERI, S. K., GANIAS, K., SABORIDO-REY, F., MURUA, H. & HUNTER, J. R. (2011b). Reproductive timing in marine fishes: variability, temporal scales, and methods. *Marine and Coastal Fisheries: Dynamics, Management, and Ecosystem Science*, 3, 71-91. <https://doi.org/10.1080/19425120.2011.556932>
- MINISTERIO DEL AMBIENTE DEL PERÚ [MINAM]. (s.f.). *Riqueza y valor del medio marino-costero*. <https://www.minam.gob.pe/comuma/riqueza-y-valor-del-medio-marino-costero/>
- MONTERO, P. & GUEVARA (2025). *Variabilidad del ambiente marino en el punto costero Nueva Esperanza, Tumbes, 2024* (Informe Anual). Instituto del Mar del Perú.
- MONTERO, P. & GUEVARA (2024). *Variabilidad del ambiente marino en el punto costero Nueva Esperanza, Tumbes, 2023* (Informe Anual). Instituto del Mar del Perú.
- NACARINO LEÓN, M. P. (1997). *Estudio de la Madurez Sexual de Octopus mimus Gould, 1852 (Cephalopoda: Octopoda) en Pucusana – Lima* [Tesis de Licenciatura]. Universidad Ricardo Palma.
- ORDINOLA, E. & TITO, L. (2025). *Seguimiento de la Pesquería de Invertebrados marinos y del manglar en Tumbes, Perú, 2024* (Informe Anual). Instituto del Mar del Perú.
- ORTIZ-GALARZA, K. J., IANACONE, J., PEREA DE LA MATTA, Á. & BUITRÓN-DÍAZ, B. (2011). Biología reproductiva de la “concha corazón” *Trachycardium procerum* (Sowerby, 1833) (Cardiidae, Pelecypoda) de Chimbote, Perú. *The biologist (Lima)*, 9(1), 66-97. <https://revistas.unfv.edu.pe/rtb/article/view/484>
- PAREDES PAREDES, J. (2010). *Escala y talla de primera madurez gonadal en “navaja” Tagelus dombeii (Lamarck, 1818), entre las zonas Parachique – Las Delicias, 2009* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Piura]. Repositorio Digital IMARPE. <https://hdl.handle.net/20.500.12958/3016>
- PEREA DE LA MATTA, M. A. (1998). *Estudio de la biología reproductiva del “cangrejo peludo”, Cancer setosus Molina, 1782 (Crustacea: Decapoda: Cancridae) en la zona de Pisco* [Tesis de Licenciatura, Universidad Ricardo Palma]. Repositorio Digital IMARPE. <https://hdl.handle.net/20.500.12958/2102>
- PÉREZ GARCÍA, I. M. (2007). *Determinación de la madurez gonádica de casco de burro (Anadara grandis), en época lluviosa y transición lluviosa-seca en la Península de San Juan del Gozo en la Bahía de Jiquilisco, Departamento de Usulután* [Tesis de Licenciatura, Universidad de El Salvador]. Repositorio UES. <https://hdl.handle.net/20.500.14492/11675>
- PONCE-PALAFIX, J., MARTINEZ-PALACIOS, C. A. & ROSS, L. G. (1997). The effects of salinity and temperature on the growth and survival rates of juvenile white shrimp, *Penaeus vannamei*, Boone, 1931. *Aquaculture*, 157, 107-115. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(97\)00148-8](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(97)00148-8)
- SABORIDO-REY, F. (2008). *Ecología de la reproducción y potencial reproductivo en las poblaciones de peces marinos*. Instituto de Investigaciones Marinas (CSIC). <http://hdl.handle.net/10261/7260>
- TITO, L., ORDINOLA, E., PEREA, Á. & ALEMÁN, S. (2024a). Escala de madurez gonadal macroscópica de *Anadara tuberculosa* (Sowerby, 1833) validada histológicamente. *Bol Inst Mar Perú*, 39(1), 5-25. <https://doi.org/10.53554/boletin.v39i1.395>
- TITO, L., VERA, M., ORDINOLA, E., ALEMÁN, S. & PEREA, Á. (2024b). Escala macroscópica de madurez gonadal de hembras de *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) validada histológicamente, Perú. *Bol Inst Mar Perú*, 39(1), 26-37. <https://doi.org/10.53554/boletin.v39i1.396>
- TITO, L., ORDINOLA, E., PEREA, A. & ALEMÁN, S. (2022). Escala de madurez gonadal macroscópica de concha pata de burro *Larkinia grandis* (Broderip & G.B. Sowerby, 1829) validada histológicamente. *Bol Inst Mar Perú*, 37(1), 22-40. <https://doi.org/10.53554/boletin.v37i1.356>
- VERA, M., TITO, L. & MONTERO, P. (2025). *Seguimiento de la pesquería pelágica artesanal y de menor escala de recursos pelágicos en Tumbes durante el 2024* (Informe Anual). Instituto del Mar del Perú.
- VERA, M., MONTERO, P. & GONZALES, I. (2010). *Seguimiento de la pesquería pelágica en la región Tumbes durante el 2009* (Informe Anual). Instituto del Mar del Perú.