

Análisis del índice gonadosomático y la abundancia de huevos y larvas de *Auxis* spp y *Scomber japonicus* durante 2021-2024

Gabriela Ayora² y Viviana Jurado¹

¹ Instituto Público de Investigación de Acuicultura y Pesca

² Small Pelagics Sustainability- Fishery Improvement Project

Resumen

Este informe presenta un análisis detallado del seguimiento de la relación entre el Índice de Gonadosomático (IGS) y la abundancia de huevos y larvas en las especies pelágicas Botella y Macarela. Se fortaleció la correlación directa entre los picos de máxima actividad reproductiva ($IGS \geq 4$) y los picos de abundancia de huevos y larvas, lo que valida el IGS como una herramienta predictiva para la planificación de vedas. Se determinó la estacionalidad reproductiva específica de cada especie: la Botella presenta picos de desove entre enero y marzo, mientras que la Macarela muestra un periodo de desove extendido, desde septiembre-octubre hasta febrero, información crucial para la implementación de vedas oportunas. El estudio también identificó una variabilidad significativa en la relación IGS-desove, particularmente en la Macarela, y un desplazamiento atípico del pico de IGS en 2024. Este año presentó un patrón reproductivo anómalo, lo que subraya la necesidad de un seguimiento continuo para adaptar las vedas a las fluctuaciones en la dinámica de las especies.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. FUENTES DE DATOS.....	2
2.1 Huevos y Larvas de peces	2
2.2 Índice Gonadosomático (IGS).....	2
3. METODOLOGÍA.....	2
3.1 Análisis de Ictioplancton	2
3.2 Análisis de Índice Gonadosomático (IGS)	3
3.3 Análisis de correlación huevos y larvas vs IGS	3
4. RESULTADOS.....	3
4.1 Variación del Índice Gonadosomático vs abundancia de huevos y larvas.....	3
4.1.2 Botella (<i>Auxis</i> spp.).....	3
4.1.2 Macarela (<i>Scomber japonicus</i>).....	4
5. CONCLUSIONES.....	5
6. BIBLIOGRAFÍA	5

1. INTRODUCCIÓN

La comprensión de la biología y ecología de los mecanismos reproductivos, así como de los factores que influyen en la variación anual del reclutamiento, es esencial para prever la dinámica poblacional y el comportamiento futuro de las especies explotadas (Houde, 2016; Macchi et al., 2014). La relación entre la población parental y el reclutamiento representa un desafío central en la gestión de recursos marinos (Hilborn & Walters, 1992).



Los peces presentan una amplia variedad de estrategias reproductivas, influenciadas por factores ambientales como la temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y disponibilidad de alimento (Balon 1975; Bruton 1990; Murua & Saborido-Rey 2003; Gillett 2008; Stearns, 1992; Valdebenito et al., 1995). La temperatura regula los procesos metabólicos y reproductivos, mientras que la disponibilidad de alimento (clorofila-a) influye en el crecimiento y supervivencia larval (Jobling, 1994; Lynn, 2003).

Las poblaciones de pelágicos pequeños, con desove parcial y períodos prolongados de actividad reproductiva, muestran variaciones en la época de desove según la localidad y factores ambientales (Claramunt et al., 2021; Houde, 2016). Por ejemplo, *Sardinops sagax* en el Pacífico mexicano desova en primavera y verano, mientras que *Scomber japonicus* y *Auxis thazard* en el Pacífico ecuatorial lo hacen de noviembre a marzo (Herrera et al., 1994; Gilbert-Jaramillo & Villegas-Tigrero, 2016; Jurado & Bustos, 2024).

La evaluación de stocks de peces mediante el análisis del índice gonadosomático (IGS) y la abundancia de huevos y larvas es fundamental para la gestión pesquera (Escarria et al., 2005). Este informe actualiza la relación entre el IGS de botella (*Auxis* spp.) y macarela (*Scomber japonicus*) con su abundancia de huevos y larvas, desde septiembre 2021 a diciembre 2024, para comprender los patrones reproductivos y su respuesta a los cambios ambientales en aguas ecuatorianas.

2. FUENTES DE DATOS

2.1 Huevos y Larvas de peces

La serie temporal de datos de abundancia de ictioplancton, recolectados en nueve estaciones mensuales hasta diciembre de 2024, se obtuvo a bordo de embarcaciones de la flota cerquera-sardinera asociada al FIP. Este muestreo se realizó durante las faenas de pesca, específicamente entre el inicio y el final de la fase de luna nueva ("oscura"), en el marco del proyecto "Monitoreo de Huevos y Larvas de peces de especies pelágicas pequeñas asociados a la Flota SPS-FIP"

2.2 Índice Gonadosomático (IGS)

Se emplearon dos tipos de fuentes de datos: la serie de datos biológicos pertenecientes al Instituto Nacional de Pesca, a partir del Programa Seguimiento de la Pesquería de Peces Pelágicos Pequeños, desde 2021 a 2024, y la base de datos correspondientes al Programa de Observadores de la Subsecretaría de Recursos Pesqueros durante el mismo periodo de tiempo.

3. METODOLOGÍA

3.1 Análisis de Ictioplancton

Las muestras colectadas de larvas y huevos de peces fueron separadas y cuantificadas en su totalidad respecto de las muestras de zooplancton, utilizando un estereomicroscopio y se preservaron en formalina neutralizada al 2%. La identificación de los huevos y larvas de las especies de pelágicos pequeños se realizó con base en los caracteres morfológicos, merísticos y de pigmentación hasta el mínimo nivel taxonómico posible, siguiendo los criterios establecidos en Moser et al., (1996), Richards (2006) y Beltrán & Ríos (2009). La abundancia de huevos y larvas de cada especie se estandarizó a número de individuos/10 m² de superficie marina. La estandarización de la abundancia siguió los métodos descritos por Smith & Richardson (1979).

El número de huevos y larvas para cada zona fue calculado mediante el Índice de Abundancia (IA) con la cual se obtuvo la densidad estimada de huevos y larvas de peces por estación positiva por mes y se pudo definir los meses de mayor abundancia temporal por zona de estudio, aplicando la fórmula descrita por Smith & Richardson (1979). Posteriormente, los datos obtenidos de IA fueron



transformadas en raíz cuarta, a fin de reducir la variabilidad y la influencia de los meses más abundantes (Clark & Warwick, 2001).

3.2 Análisis de Índice Gonadosomático (IGS)

A partir del análisis espacial realizado sobre las capturas de la especie *Auxis* spp., donde determinaron las zonas de pesca agrupados por sus rasgos biológicos (Jurado 2021, Jurado & Bustos 2023; 2024), se calculó el IGS, el cual relaciona el peso total de las gónadas y el peso corporal total del pez expresada en porcentaje. Este índice representa el grado de madurez sexual de un individuo particular y se expresa de acuerdo con la fórmula:

$$\text{IGS} = (\text{WG}/\text{WT}) * 100$$

donde:

WG= el peso de las gónadas

WT= el peso total del pez

3.3 Análisis de correlación huevos y larvas vs IGS

A partir de la relación entre la abundancia de huevos y larvas de estaciones positivas con el número total de estaciones monitoreadas por mes/año se obtuvo la densidad promedio por cada estación de estudio, con el cual se analizaron las variaciones temporales de la abundancia. En este mismo sentido, se realizó las tendencias del Índice de Gonadosomático (IGS) relacionando la presencia de los adultos con la zona de distribución de huevos y larvas por especie.

Con el fin de estimar un periodo de máximo desove, asociado con el inicio de la actividad ovárica y concentración de huevos y larvas de peces, se tomó como referencia las categorías asignadas por Oliva et al. 2020.

Clasificación los estados de IGS:

1. IGS 0-1: Sin actividad reproductiva
2. IGS 2-4: Inicio de actividad reproductiva
3. IGS 5 o más: Máxima actividad y desove

Para huevos peces, se estableció un umbral de abundancia de desove, siguiendo lo descrito por Kramer (1972) y Funes-Rodríguez (1991), en donde las concentraciones sean igual o superior a 1000-10000/10m² (en raíz cuarta 30^{huevo}/10m²) serán consideradas máxima abundancia de desove, de 100-1000/10m² (en raíz cuarta 20^{huevo}/10m²) indicativo de un inicio de actividad reproductiva y de 11 – 100 (en raíz cuarta 10^{huevo}/10m²) baja densidad de desove.

4. RESULTADOS

4.1 Variación del Índice Gonadosomático vs abundancia de huevos y larvas

4.1.1 Botella (*Auxis* spp.)

Se observó una concordancia general entre las concentraciones de huevos y larvas de peces y la tendencia estacional del Índice de Gonadosomático (IGS), aunque con variaciones puntuales. Durante los primeros trimestres de 2022 y 2023, así como en los trimestres octubre-diciembre de 2021, 2022 y 2023, se registraron valores de IGS relativamente altos (≥ 4 , indicativos de inicio y máxima actividad reproductiva), coincidentes con los picos primario y secundario de desove (abundancia de huevos y larvas).

Posteriormente, se observó una disminución, reflejo del descenso en la intensidad de la actividad ovárica y de desove. En 2024, se registró una densidad de huevos similar a la de diciembre, pero una mayor abundancia de larvas. Este patrón sugiere una actividad reproductiva estacional de la especie Botella, con picos máximos de desove entre enero y marzo (Figura 9b). Cabe destacar que, en 2024, se observó un ligero desplazamiento, con el mayor aporte del IGS registrado en abril y mayo.



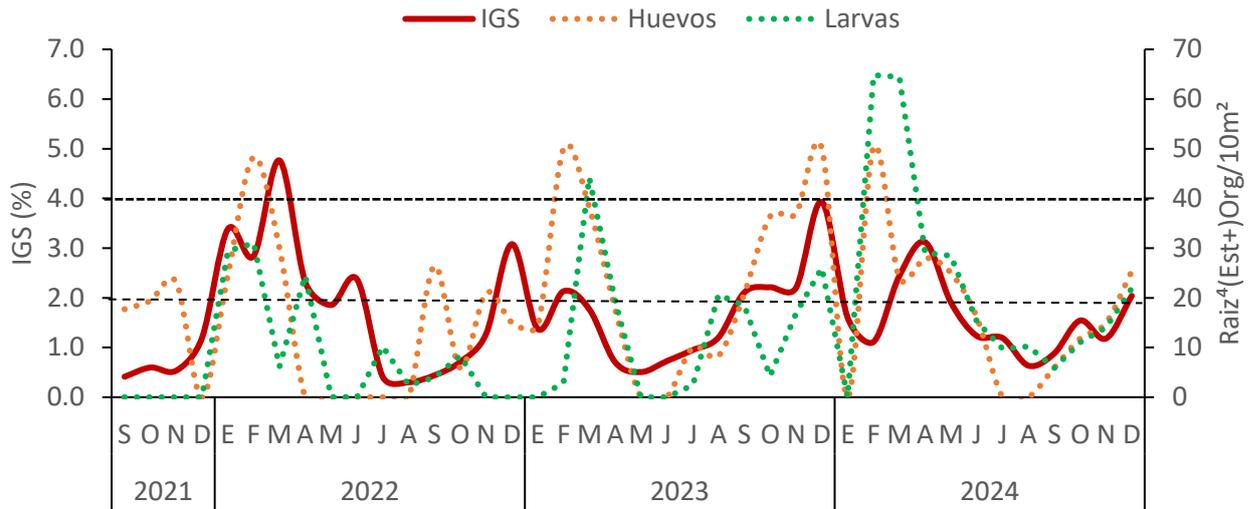


Figura 1. Variabilidad temporal de la intensidad del desove en relación del índice gonadosomático y la densidad promedio de huevos y larvas de *Auxis* spp (botella) registradas entre septiembre 2021 a diciembre 2024. líneas discontinuas indican el inicio, máxima actividad reproductiva y desove

4.1.2 Macarela (*Scomber japonicus*)

El análisis del período de estudio reveló un comportamiento fluctuante en las concentraciones de huevos y larvas de peces, en relación con la tendencia estacional del Índice de Gonadosomático (IGS). Se observó una correlación inversa entre los valores bajos de IGS (± 3) y las densidades relativamente altas de huevos y larvas, y viceversa. Sin embargo, se identificó un patrón general de coincidencias significativas.

Durante los primeros trimestres de 2022 y 2023, así como en los trimestres octubre-diciembre de 2022 y 2023, se registraron valores de IGS superiores a ≥ 4 (indicativos de inicio y máxima de actividad reproductiva), que coincidieron con los picos primario y secundario de desove (abundancia de huevos y larvas). Posteriormente, se observó una disminución, reflejo del descenso en la intensidad de la actividad ovárica. En 2024, se registró una densidad de huevos menor (Figura 2) y un IGS más bajo, pero una mayor abundancia de larvas en comparación con el patrón observado en años anteriores.

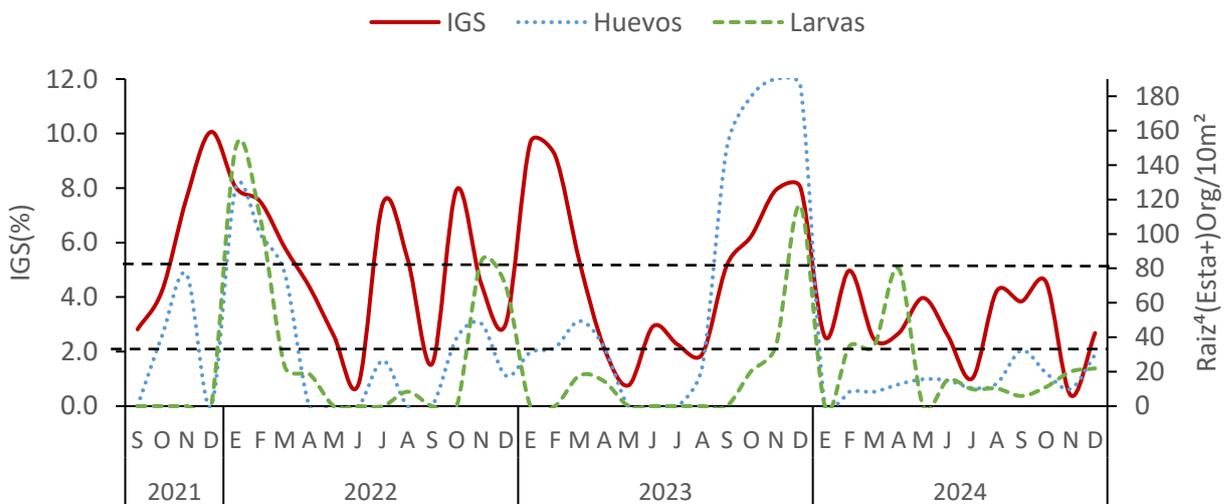


Figura 2. Variabilidad temporal de la intensidad del desove en relación del índice gonadosomático y la densidad promedio de huevos y larvas de *S. japonicus* (macarela) registradas entre septiembre 2021 a diciembre 2024. líneas discontinuas indican el inicio, máxima actividad reproductiva y desove

5. CONCLUSIONES

- Los picos de máxima actividad reproductiva, evidenciados por un IGS ≥ 4 , coincidieron directamente con los picos de mayor abundancia de huevos y larvas, particularmente en los primeros trimestres de 2022 y 2023, y en los trimestres octubre-diciembre de 2021-2023.
- Se observaron fluctuaciones significativas en la relación IGS-desove, en la especie macarela, donde valores bajos de IGS (± 3) se asociaron con densidades altas de huevos y larvas, y viceversa. Además, que, el pico máximo del IGS en 2024 se desplazó a abril-mayo, desviándose del patrón habitual.
- El año 2024 presentó un patrón atípico, caracterizado por una menor densidad de huevos y un IGS reducido, pero con una mayor abundancia de larvas, sugiriendo alteraciones en la dinámica reproductiva.
- La especie Botella muestra una actividad reproductiva estacional con picos de desove entre enero y marzo, mientras que la macarela presenta picos a partir de septiembre-octubre.
- El estudio subraya la importancia del seguimiento continuo de estos patrones, dada la variabilidad interanual observada, especialmente en 2024.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Ahlstrom E. H. & H. G. Moser. 1976. Eggs and larvae of fish and their role in systematic investigations and in fisheries. Rev. Trav. Inst. Pêches marit., 40(3-4): 379-398.
- Beltrán-León, B. y R. Ríos. 2000. Estadios tempranos de peces del Pacífico Colombiano. Tomo 1. Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura. Buenaventura –Colombia. 359 p.
- Beltrán-León, B. y R. Ríos. 2000. Estadios tempranos de peces del Pacífico Colombiano. Tomo 2. Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura. Buenaventura–Colombia. 360 – 727p.
- Calderón, G. 2011. Catálogo de huevos y larvas de peces colectadas en aguas ecuatorianas. Boletín Especial. 02(4).1-55.
- Legget W. C. & E. Deblois. 1994. Recruitment in marine fishes: Is it regulated by starvation and predation in the egg and larval stages? Netherlands Journal of Sea Research. 32(2), 119-134.
- Hjort J. 1914. Fluctuations in the great fisheries of Northern Europe. Conseil Parmanent International Pour L'Exploration De La Mar. Rapports et Proces-Verbaux, 20: 1–228, 1914).
- Hunter, J. R., & Lo, H. 1993. Ichthyoplankton methods for estimating fish biomass introduction and terminology. Bulletin of Marine Science, 53: 723–727.
- Keller, A.A., G. Klein-MacPhee & J. St. Onge-Burns. 1999. Changes in abundance and distribution of ichthyoplankton in Narragansett Bay, RI - A response to changes in environmental quality? Estuaries, 22(1): 149-163.



- Miller, B.S. & A.W. Kendall Jr., 2009. Early life history of marine fishes. Berkeley, Calif.: University of California Press, 364 p.
- Moser, H. G. (Ed.) 1996. The early stages of the fishes in the California Current Region. CalCOFI Atlas, 33.
- Moser, H.G., R.L. Charter, W. Watson, D.A. Ambrose, J.L. Butler, S.R. Charter & E.M. Sandknop. 2000. Abundance and distribution of rockfish (*Sebastes*) larvae in the Southern California Bight in relation to environmental conditions and fishery exploitation. California Cooperative Oceanic Fisheries investigations. Reports, 41: 132–148.
- Petersen, C.W. & Warner, R.R., 2002, The ecological context of reproductive behavior. In: P.F. SALE, ed. Coral reef fishes: dynamics and diversity in a complex ecosystem. California: Academic Press, pp. 103-118.
- Smith, P. & S. L. Richardson 1979. Standard techniques for pelagic fish egg and larval survey. FAO Fish. Tech. Pap. (175):100.