

INFLUENCIA DEL EVENTO EL NIÑO OSCILACIÓN DEL SUR (ENOS) EN LA VARIABILIDAD DE LA ABUNDANCIA DEL CAMARÓN POMADA (*PROTRACHYPENE PRECIPUA*) DESEMBARCADO POR LA FLOTA INDUSTRIAL ARRASTRERA EN POSORJA, GUAYAS, ECUADOR

INFLUENCE OF THE EL NIÑO-SOUTHERN OSCILLATION (ENSO) ON THE VARIABILITY OF THE RELATIVE ABUNDANCE OF THE TITI SHRIMP (*PROTRACHYPENE PRECIPUA*) LANDED BY THE INDUSTRIAL TRAWLING FLEET IN POSORJA, GUAYAS, ECUADOR

Mario Vélez-Cedeño^{1*}, Gabriela Flores-Rivera² , José Javier Alio³ 

¹ Maestría en Recursos Acuáticos, con mención en Gestión Pesquera. Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Ecuador.

² Viceministerio de Acuicultura y Pesca. Dirección de Política Pesquera y Acuícola. Manta, Ecuador.

³ Departamento de Procesos Químicos, Alimentos y Biotecnología. Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo, Ecuador.

* Autor correspondencia: mariovelez805@yahoo.com

Resumen

El camarón pomada (*Protrachypene precipua*) es un recurso pesquero de importancia ecológica y económica en Ecuador, especialmente en el Golfo de Guayaquil. Su abundancia presenta alta variabilidad asociada a la temperatura superficial del mar (TSM) y a los eventos El Niño–Oscilación del Sur (ENOS), lo que introduce incertidumbre en su manejo sostenible. El objetivo de este estudio fue analizar la variabilidad estacional e interanual de la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) del camarón pomada en el puerto de Posorja, principal sitio de desembarque de la especie, evaluando la influencia del ENOS y de factores ambientales asociados. Se analizaron desembarques de la flota industrial de arrastre entre 2015 y 2022, estandarizando la CPUE mediante modelos aditivos generalizados (GAM) que incorporaron variables temporales y climáticas. Los resultados mostraron un patrón estacional marcado, con valores máximos de CPUE estandarizada (*CPUEe*) en marzo y abril. Se detectó una correlación positiva entre la TSM y la *CPUEe*, con un desfase de un mes entre ambas variables. Los eventos El Niño leve favoreció la abundancia del recurso, mientras que condiciones extremas (El Niño fuerte) redujo la *CPUEe*, y La Niña fuerte mostró efectos limitados/no significativos. Estos hallazgos resaltan la necesidad de incorporar la variabilidad climática en la gestión pesquera y sugieren que el ENOS debe considerarse en futuras estrategias de manejo para asegurar la sostenibilidad del recurso.

Palabras clave: TSM, ONI, pesca industrial, arrastre, Pacífico oriental

Abstract

The Titi shrimp (*Protrachypene precipua*) is an ecologically and economically important fishery resource in Ecuador, particularly in the Gulf of Guayaquil. Its abundance is highly variable and strongly influenced by environmental factors such as sea surface temperature (SST) and El Niño–Southern Oscillation (ENSO) events, creating uncertainty for sustainable management. This study analyzed the seasonal and interannual variability of catch per unit effort (CPUE) of *P. precipua* at Posorja, the main landing site of the species, evaluating the influence of ENSO and associated environmental factors. Industrial trawl fleet landings between 2015 and 2022 were examined, and CPUE was standardized using generalized additive models (GAM) incorporating temporal and climatic variables. Results showed a clear seasonal pattern, with standardized CPUE (sCPUE) peaking in March and April. A positive correlation was detected between SST and sCPUE, with a one-month lag in SST's effect. Moderate El Niño event enhanced resource abundance, whereas extreme El Niño conditions reduced sCPUE, while strong La Niña showed limited/non-significant effects. These findings highlight the importance of integrating climatic variability into fisheries management and suggest that ENSO-related fluctuations should be considered in conservation and sustainability strategies.

Keywords: SST, ONI, industrial fishing, trawling, eastern Pacific

Recibido: 2025-06-21 Aceptado: 2025-09-17 Publicado: 2025-09-18

1. Introducción

El camarón pomada (*Protrachypene precipua* (Burkenroad, 1934); Crustacea: Decapoda: Penaeidae) se distribuye en la costa del Pacífico oriental tropical, desde Costa Rica hasta el norte de Perú (Fischer et al., 1995). Al igual que otros peneidos, es una especie detritívora y omnívora (Dall, 1968; Loneragan et al., 1997; Nandakumar & Damodaran, 1998), asociada a fondos fangosos o arenosos entre 15 y 40 m de profundidad. Desde el punto de vista trófico, ocupa un segundo nivel dentro de la cadena alimentaria, alimentándose de copépodos, anfípodos y otros consumidores primarios, mientras que constituye un importante recurso presa para crustáceos y peces demersales (Calle & Galván, 2017).

Su distribución es particularmente abundante en las desembocaduras de ríos (Fischer et al., 1995), destacando el río Guayas en Ecuador, donde los sedimentos del estuario presentan contenidos elevados de materia orgánica y los manglares aportan detrito que es consumido por invertebrados y peces, integrándose a la red trófica estuarina, lo que favorece su alimentación (INP, 1994–1996; Pontón-Cevallos et al., 2021). En el Golfo de Guayaquil, el camarón pomada representa un componente clave del ecosistema bentónico y una de las principales pesquerías demersales, especialmente en el puerto de Posorja, principal centro de desembarque de la especie en Ecuador (Chicaiza et al., 2009; Nicolaides et al., 2014, 2016; González, 2022).

Además de su relevancia ecológica, *P. precipua* tiene un alto valor económico para el país. Su explotación industrial se desarrolla desde 1956 (Cobo & Loesch, 1966; Nicolaides, 2012), actualmente mediante una flota arrastrera de aproximadamente 40 embarcaciones de madera y fibra de vidrio, con esloras promedio de 15 m. Cerca del 80 % del volumen capturado se exporta, generando ingresos significativos para la economía nacional (MPCEIP, 2022).

En paralelo, existe una pesquería artesanal desarrollada con artes pasivos —principalmente bolsos sostenidos por estacas durante mareas vivas— distribuida entre las provincias de El Oro y Guayas, donde operan alrededor de 617 pescadores registrados (SRP, 2022). De forma independiente, se reporta una pesquería artesanal de arrastre en Esmeraldas, basada en redes de pequeño tamaño (changas), que continúa operando informalmente a pesar de su prohibición (Acuerdo Ministerial MPCEIP-SRP-2019-0030-A) (Rebolledo, 2010; Rebolledo et al., en preparación). Cabe resaltar que ninguna de estas pesquerías artesanales aporta datos al presente estudio, el cual se enfoca exclusivamente en la flota industrial de Posorja.

Las pesquerías dirigidas al camarón pomada registran también tres especies acompañantes: *Xiphopenaeus riveti*, *Penaeus vannamei* y *Trachypenaeus byrdi*. Sin embargo, *X. riveti* y *P. precipua* representan más del 99% de los desembarques, aunque las estadísticas oficiales reportan ambas bajo el nombre de *P. precipua*. En la pesquería artesanal de Esmeraldas se ha documentado adicionalmente una alta incidencia de fauna asociada —más de 70 especies entre peces e invertebrados— y evidencia de reducciones poblacionales en algunos grupos (Farías, 2017; Chinga, 2018; Rebolledo et al., en prensa).

Desde una perspectiva biológica, *P. precipua* presenta actividad reproductiva durante todo el año, con un pico marcado entre febrero y abril —especialmente en marzo— periodo crítico para el reclutamiento y la sostenibilidad del recurso (Chicaiza, 2014). Debido a su dieta zoopláctónica, la especie es especialmente sensible a variaciones fisicoquímicas del agua, lo que la convierte en un bioindicador del ecosistema. Sus volúmenes de descarga se ven afectados por cambios en temperatura, salinidad, estacionalidad y por la influencia de corrientes y surgencias costeras.

El evento El Niño–Oscilación del Sur (ENOS) altera significativamente la dinámica planctónica del Pacífico oriental (Yockteng et al., 1983; Rangel, 2023), lo que puede repercutir directamente en la abundancia de *P. precipua*. No obstante, en Ecuador actualmente se evalúa aún de manera específica el vínculo entre la variabilidad climática y la abundancia de esta especie, lo cual limita la capacidad de anticipar fluctuaciones y dificulta la formulación de estrategias de manejo.

En este contexto, el presente estudio analiza la variabilidad estacional e interanual de la abundancia relativa del camarón pomada, con base en los desembarques de la flota industrial del puerto de Posorja, estandarizando la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) mediante modelos que incorporan factores ambientales físicos asociados a la variabilidad oceánica.

2. Materiales y Métodos

La información utilizada fue proporcionada por la Subsecretaría de Recursos Pesqueros de Ecuador y corresponde a los registros recolectados por inspectores de pesca durante los desembarques de la flota industrial arrastrera en el puerto de Posorja entre 2015 y 2022. Cada viaje fue considerado como una salida de pesca de un día, que puede incluir varios lances, pero cuya captura total se registra como una única descarga diaria. La flota arrastrera pomadera mantiene operaciones relativamente homogéneas en duración del arrastre y tamaño de la red, lo que permitió estandarizar la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) como kilogramos por viaje al mes.

El arte utilizado es la red de arrastre industrial pomadera, operada en las zonas permitidas del Golfo de Guayaquil denominadas “corralitos” (Figura 1). Los datos de temperatura superficial del mar (TSM) y del Índice Oceánico del Niño (ONI) fueron obtenidos de NOAA para el mismo periodo del estudio. Tanto la información del Índice Oceánico de El Niño (ONI) como los datos de TSM fueron obtenidos de las coordenadas correspondientes al Golfo de Guayaquil (aproximadamente Latitud: -3.0 a -2.0, Longitud: -81.5 a -80.0). Los datos de TSM utilizados corresponden a promedios semanales.

Para modelar la relación entre la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) y las variables predictoras (mes, año y categorías de fenómenos climáticos), se utilizó un modelo aditivo generalizado (GAM). Este enfoque permite capturar posibles relaciones no lineales entre las variables, garantizando flexibilidad en el ajuste de los datos (Aguilar, 2019). Se consideró que la variable de respuesta (CPUE) tenía una distribución continua y se modeló utilizando la familia Gaussian con una función de enlace identidad, ya que la distribución de los residuales fue consistente con los supuestos de normalidad (prueba de Lilliefors) y homogeneidad de la varianza (Breusch–Pagan).

$$CPUE_e = CPUE \sim \text{Mes} + \text{Año} + \text{Evento Climático}$$

donde:

Mes: variable temporal categórica

Año: variable temporal categórica

Evento climático: clasificación de eventos climáticos relacionados con el índice ONI, categórica.

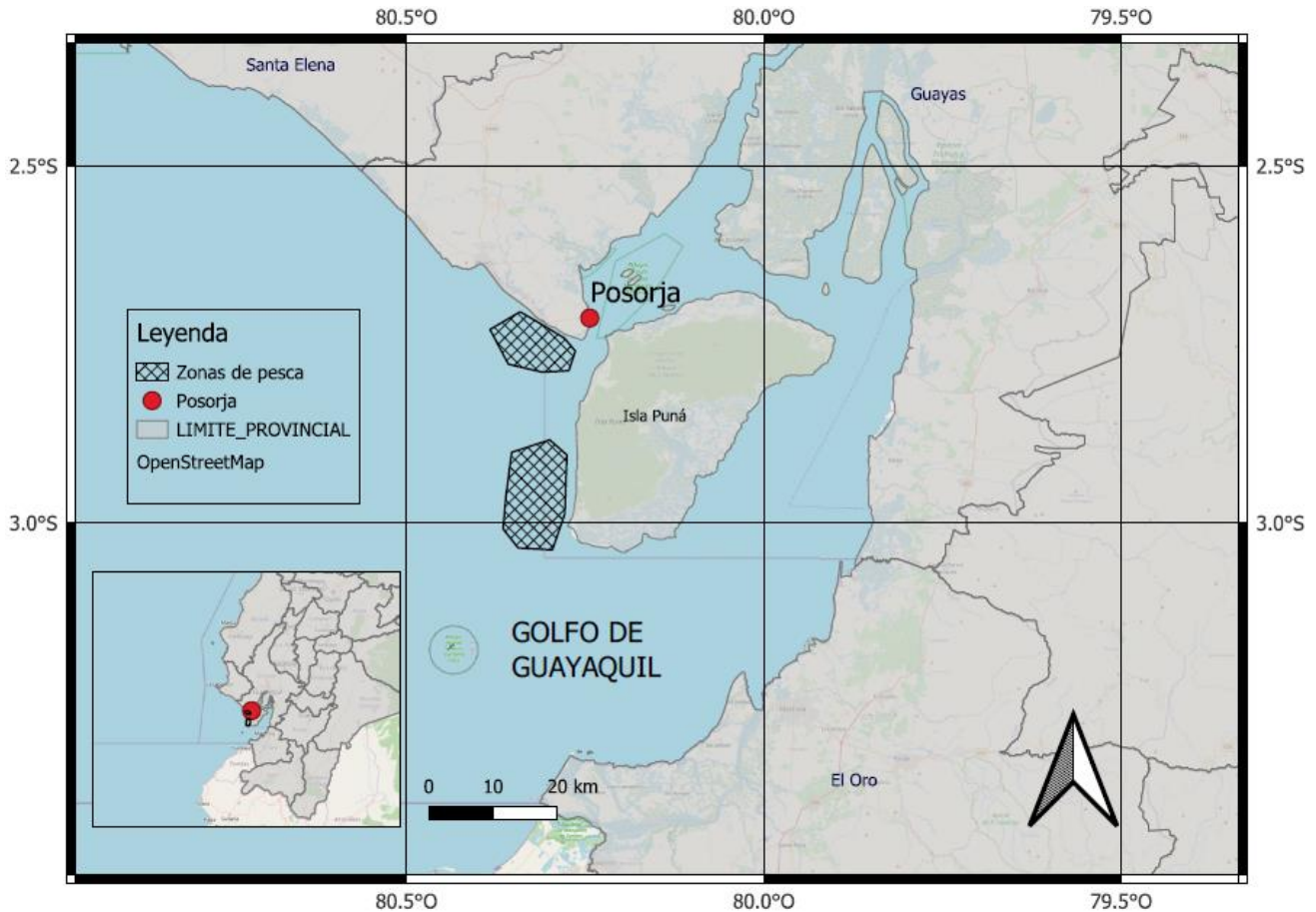


Figura 1. Área de estudio: comprende el puerto de desembarque industrial de Posorja y las zonas de pesca permitidas para la flota arrastrera de camarón pomada (*P. precipua*) en el Golfo de Guayaquil, Provincia del Guayas - Ecuador.

El modelo se ajustó con el paquete mgcv en R (Wood, 2011) y se utilizó el criterio de información de Akaike (AIC) y la devianza explicada para la selección del modelo más parsimonioso.

El comportamiento de la CPUE estandarizada fue descrito a través de análisis de cuartiles, identificando patrones estacionales e interanuales. Para comparar las variaciones en la CPUE entre eventos El Niño, La Niña y Neutral, se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal–Wallis, adecuada para evaluar diferencias en los datos que no cumplen con los supuestos de normalidad (prueba de Lilliefors). Adicionalmente, se exploraron las diferencias bajo condiciones climáticas neutras, evaluando el grado de influencia del ENOS en la variabilidad de la abundancia relativa del camarón pomada.

Para considerar si un año se caracterizó por el fenómeno de El Niño (caliente) o La Niña (frío) en el Pacífico oriental, se utilizó el Índice Oceánico de El Niño (ONI, por sus siglas en inglés) (Null, 2025). Este índice es la anomalía de la temperatura superficial del mar (TSM) promedio de 3 meses en curso para la región Niño 3.4 (es decir, 5°N-5°S, 120°-170°W). Los eventos se definen como cinco períodos consecutivos superpuestos de 3 meses con una anomalía de +0.5° o más para eventos cálidos (El Niño) y con una anomalía de -0.5° o menos para eventos fríos (La Niña). El umbral se divide además en eventos Débiles (con una anomalía de TSM de 0.5 a 0.9), Moderado (1.0 a 1.4), Fuerte (1.5 a 1.9) y Muy Fuerte (≥ 2.0). Para que un evento se considere como débil, moderado, fuerte o muy fuerte debe haber igualado o superado el

umbral de la categoría más alta durante al menos 3 períodos consecutivos de 3 meses superpuestos.

3. Resultados

Estadísticas de esfuerzo y desembarques

Durante el período de estudio, se analizaron un total de 24 057 viajes de pesca, con un desembarque total acumulado de 32 341 t de camarón pomada (*P. precipua*). El desembarque anual mostró una variación significativa, alcanzando su máximo en el año 2021, con 9 145 t, y su mínimo en el año 2017, con 432 t. La captura promedio por viaje fue de 1.34 ± 2.04 t. Existe una correlación positiva entre la abundancia relativa y los desembarques totales ($r = 0.93$) (Tabla 1).

Estandarización de la CPUE

Se evaluaron tres modelos GAM para estandarizar la CPUE, mostrando un aumento progresivo en la devianza explicada: 39.48% para el modelo con Mes, 54.10% al incluir el Año, y 57.84% al añadir el Evento Climático ENOS en sus diferentes fases. Aunque el modelo con las tres variables presentó un AIC algo mayor (1354.587) y un GCV superior (432 533.3), su inclusión fue necesaria para capturar correctamente la variación asociada con el evento ENOS. Esto permitió analizar la influencia climática en la CPUE, a pesar de que el ajuste general del modelo no mejoró significativamente.

Tabla 1. Esfuerzo pesquero y desembarques de camarón pomada (*P. precipua*) de la flota arrastrera en Posorja durante los años 2015-2022.

Año	Desembarque Total (t)	Número de viajes	CPUE t/viaje	DE
2015	2845.82	2629	1.08	3.80
2016	1481.41	2175	0.68	0.62
2017	431.66	443	0.97	3.51
2018	2461.68	2201	1.12	1.94
2019	4774.59	3419	1.40	1.29
2020	4659.26	3997	1.17	1.17
2021	9145.83	4727	1.93	2.32
2022	6540.76	4455	1.47	1.30

Tabla 2. Variables aplicadas en el modelo GAM (*Generalized Additive Model*) con distribución gaussiana ajustados para estandarizar la variabilidad en la CPUE (kg/viaje) de camarón pomada (*P. precipua*).

Modelo	AIC	GCV	Deviance explicada
Mes	1363.68	450049.24	39.48
Mes + Año	1353.90	416359.07	54.10
Mes + Año + Evento Climático	1354.59	432533.25	57.84

Análisis temporal de la CPUE_e y la TSM

La CPUE_e mostró un patrón estacional claramente definido, con valores máximos registrados durante marzo y abril, mientras que los valores mínimos se observaron entre noviembre y enero. Este comportamiento estacional fue estadísticamente significativo ($H =$

56.11; $p < 0.05$), evidenciando diferencias marcadas en la abundancia a lo largo del año relacionadas directamente con el comportamiento de la TSM. Las temperaturas más altas se registraron entre febrero y marzo, mientras que las más bajas se observaron entre agosto y septiembre y es evidente una relación entre ambas

variables con un desfase aproximado de un mes. La relación entre la Temperatura Superficial del Mar desfasada (TSM -1) y la $CPUE_e$ promedio mostró una correlación positiva fuerte ($r = 0.82$, $p < 0.05$), indicando que un aumento en la TSM está asociado con un incremento en la abundancia relativa del camarón pomada un mes después (**Figura 2a**). El modelo lineal ajustado ($r^2 = 0.67$)

explicó el 67% de la variabilidad en la $CPUE_e$, con una pendiente de 238.29 kg/viaje por cada aumento de 1 °C en la TSM -1. Este patrón sugiere que la TSM -1 actúa como un predictor importante de la abundancia del recurso, alcanzando su punto máximo cuando la TSM llega a los 26 °C (**Figura 2b**).

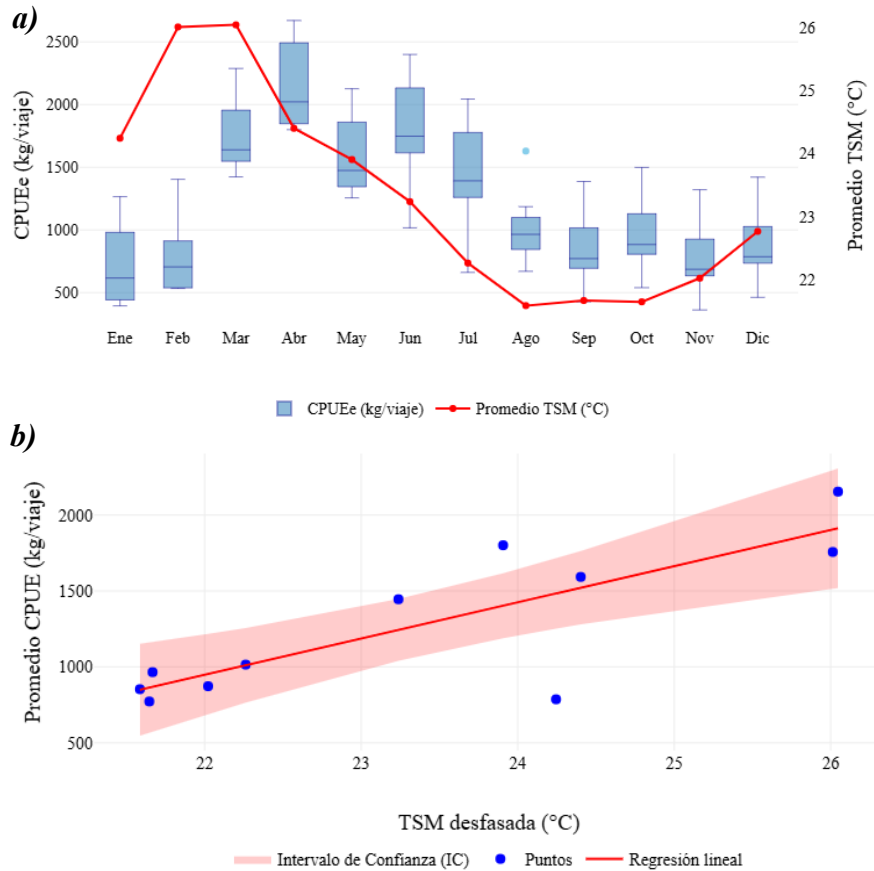


Figura 2. Relación de la $CPUE_e$ y la TSM: **a)** Variación mensual de la $CPUE_e$ (kg/viaje) y el promedio de TSM (°C). **b)** Relación entre la TSM -1 (°C) y el promedio de $CPUE_e$ (kg/viaje), incluyendo la regresión lineal y el intervalo de confianza (IC) al 95%.

Influencia de evento ENOS en la dinámica de la CPUE

El análisis de los eventos climáticos clasificados según el índice ENOS ($H=12.96$; $p<0.05$) confirma la influencia significativa de El Niño y La Niña sobre la abundancia relativa del camarón

pomada. Los resultados de la prueba de comparaciones múltiples de Dunn muestran que, durante El Niño leve, alcanzaron las $CPUE_e$ más altas, siendo significativamente mayores que las registradas en La Niña leve ($p < 0.05$). Esto indica que los incrementos moderados en la temperatura

superficial del mar (TSM) parecen favorecer la abundancia o accesibilidad del recurso.

Por otro lado, los eventos de El Niño muy fuerte mostraron una $CPUE_e$ menor que en El Niño leve, aunque esta diferencia no fue estadísticamente significativa ($p > 0.05$) sugiere un posible umbral crítico en el que las condiciones extremas de calentamiento oceánico afectan negativamente la disponibilidad del camarón.

En contraste, durante La Niña leve, se registraron las $CPUE_e$ más bajas, lo que sugiere que

condiciones de enfriamiento pueden limitar la abundancia.

En La Niña de intensidad media, la $CPUE_e$ presentó una variabilidad más amplia; mostró una tendencia a valores más altos que en La Niña leve, pero sin diferencias significativas respecto a La Niña leve ni a condiciones neutras ($p > 0.05$ en ambos casos). Finalmente, las condiciones neutrales mostraron una mediana intermedia de $CPUE_e$, reflejando la estabilidad relativa de estos periodos en comparación con los eventos extremos (**Figura 3**).

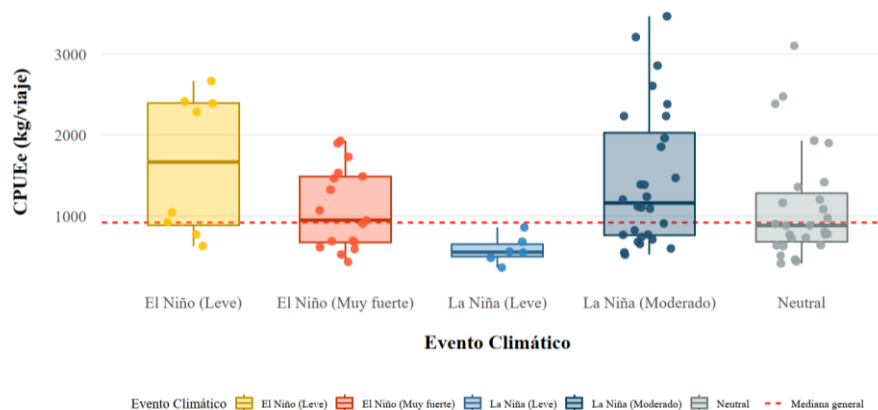


Figura 3. Variación de la $CPUE_e$ (kg/viaje) según los eventos climáticos ENOS en sus diferentes fases provenientes de la pesca de arrastre de camarón pomada (*P. precipua*) en el Golfo de Guayaquil, mostrando la mediana general como línea discontinua roja.

Relación de la $CPUE_e$ y el Índice Niño Oceánico (ONI)

Las relaciones entre la $CPUE_e$ y el índice ONI tienen tres fases en la línea de tiempo comprendida entre 2015 y 2022, identificadas por patrones en magnitud de la intensidad del evento que reflejan diferencias significativas entre sí (**Figura 4**). Durante el periodo 2015-2016, caracterizado por un evento de El Niño fuerte, se observó una correlación negativa fuerte y significativa ($r = -0.67$; $p < 0.05$) (**Figura 5a**). Esto indica que los valores extremos de calentamiento oceánico asociados al ENOS resultaron en una disminución significativa de la $CPUE_e$, reflejando un impacto adverso de estas condiciones climáticas extremas sobre la

abundancia o accesibilidad del recurso. En contraste, durante el periodo 2017-2019, que incluyó condiciones de El Niño débil, La Niña débil y Neutro, la relación fue positiva moderada y significativa ($r = 0.41$; $p < 0.05$) (**Figura 5b**). Este resultado sugiere que incrementos positivos del ENOS, asociados a aumentos moderados en la temperatura superficial del mar (TSM), favorecieron un incremento en la $CPUE_e$, mientras que una disminución de la TSM en este periodo también resultó en una reducción uniforme en las capturas, reflejando una relación más lineal y estable. Finalmente, en el periodo 2020-2022, dominado por un evento de La Niña fuerte, la correlación fue positiva pero débil y no significativa ($r = 0.31$; $p > 0.05$) (**Figura 5c**).

4. Discusiones

La pesca de arrastre de camarón pomada (*P. precipua*) es una de las pesquerías industriales más estables de Ecuador, con una flota activa fija que ha operado ininterrumpidamente desde 1960. Los registros de desembarques reflejan una actividad intensa en el puerto de Posorja, principal centro de operaciones en el Golfo de Guayaquil (MPCEIP, 2022; Nicolaidis et al., 2016).

Los resultados obtenidos muestran una alta correlación ($r = 0.93$) entre los desembarques totales y la abundancia, lo cual respalda la suposición de que la CPUE refleja proporcionalmente los cambios en la abundancia poblacional. Este hallazgo coincide con lo señalado por Canales et al. (2021), quienes también identificaron consistencia entre las señales de la CPUE, las composiciones de tallas y la variabilidad de los desembarques.

Entre 2015 y 2022, los desembarques han mostrado fluctuaciones significativas, con picos y

caídas influenciadas por factores socioeconómicos, climáticos y operativos. En 2021, se registró el mayor desembarque del período, atribuible a la reactivación económica postpandemia y al aumento en el esfuerzo pesquero (Coello, 2021), además de la influencia del fenómeno La Niña, que favoreció la productividad primaria y, posiblemente, el incremento de la biomasa disponible. En este año, la CPUE también mostró un incremento marcado, lo que confirma que el pico de desembarques respondió tanto al aumento del esfuerzo como a una mayor disponibilidad del recurso. Por otro lado, el menor registro de desembarques ocurrió en 2017, cuando una reducción significativa en el esfuerzo pesquero derivó en una disminución cercana al 80% en el número de viajes respecto al año previo.

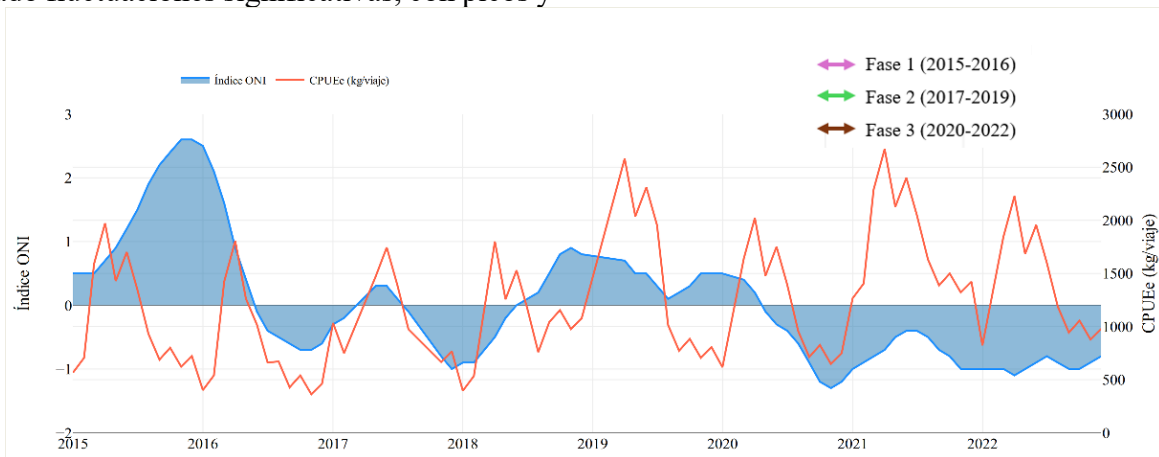


Figura 4. Relación temporal entre el Índice ONI (Oscilación del Niño) y la CPUEe (kg/viaje) de la pesca de arrastre de camarón pomada (*P. precipua*) en el Golfo de Guayaquil en el periodo 2015-2022.

La estandarización de la CPUE fue fundamental para diferenciar las variaciones atribuibles al esfuerzo pesquero de aquellas relacionadas con factores ambientales y climáticos. En este análisis, las variables seleccionadas —Mes, Año y Evento Climático ENOS— capturaron patrones estacionales e interanuales, así como los efectos

de las fluctuaciones oceanográficas (Canales et al., 2021). Aunque el modelo final presentó limitaciones estadísticas en términos de AIC y GCV, explicó el 57.84% de la devianza, destacando la influencia del ENOS en la variabilidad de la CPUE. Este enfoque pone de relieve la necesidad de equilibrar la relevancia

ecológica con el ajuste estadístico, especialmente en sistemas complejos influenciados por múltiples factores interactuantes.

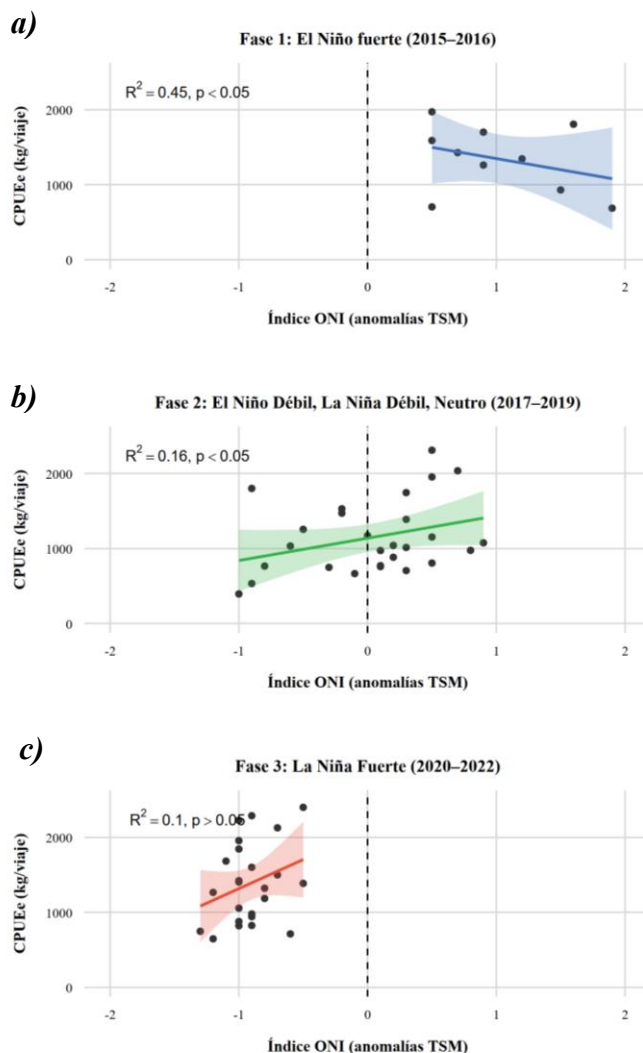


Figura 5. Relación entre el Índice ONI y la *CPUE* (kg/viaje) del camarón pomada (*P. precipua*) proveniente de red de arrastre en el Golfo de Guayaquil. **a)** Fase 1: El Niño Fuerte (2015–2016). **b)** Fase 2: El Niño Débil, La Niña Débil y Neutro (2017–2019). **c)** Fase 3: La Niña Fuerte (2020–2022).

El análisis evidenció una relación significativa entre la *CPUE* y la TSM, con un desfase de un mes: los valores más altos de *CPUE* se registraron en marzo y abril, mientras que los más bajos se observaron entre noviembre y enero. Este desfase puede deberse a la dinámica reproductiva de la especie, que podría migrar hacia áreas más

accesibles para la pesca o presentar un crecimiento acelerado en respuesta a temperaturas más altas (Álvarez et al., 2009). De forma consistente, estudios sobre peneidos en México y Australia han reportado desfases similares entre la temperatura superficial del mar y los picos de reclutamiento o disponibilidad en pesquerías industriales (Schlenker et al., 2023; Santamaría-del-Ángel et al., 2011). La correlación positiva significativa entre la *CPUE* y la TSM-1 ($r = 0.8$) sugiere que temperaturas dentro del intervalo óptimo estimado para la especie (23–26 °C) favorecen su metabolismo, crecimiento y probabilidad de retención en las redes de arrastre.

Sin embargo, temperaturas superiores al intervalo óptimo, como las registradas durante eventos El Niño fuerte (2015–2016), se asociaron con reducciones significativas en la *CPUE*. En esta fase, se observó una correlación negativa moderada entre el índice ONI y la abundancia relativa ($r^2 = 0.45; p < 0.05$), indicando que el calentamiento oceánico pronunciado puede superar el umbral fisiológico de tolerancia de la especie y afectar negativamente su disponibilidad. Este resultado es consistente con estudios en otras pesquerías de peneidos, donde eventos El Niño fuerte también ha mostrado impactos significativos en la reducción de capturas, como lo reportan López-Martínez et al. (2002) para el camarón café en el Golfo de California y Santamaría-del-Ángel et al. (2011), así como Fujiwara et al. (2016), quienes destacan la sensibilidad de las pesquerías de peneidos a anomalías térmicas y a la variabilidad ambiental asociada al ENSO.

En contraste, eventos El Niño leves o moderados no presentaron efectos negativos sobre la *CPUE*, y en algunos casos incluso la favorecieron, como se observó entre 2017–2019 ($r = 0.41; p < 0.05$). Esta diferencia entre fases intensas y moderadas del ENSO refleja la sensibilidad particular del camarón pomada a anomalías térmicas extremas, mientras que fluctuaciones moderadas parecen crear condiciones favorables para su crecimiento y accesibilidad.

Durante eventos La Niña leve y moderada, la *CPUE* fue generalmente baja, aunque se observaron periodos importantes, indicando que las corrientes marinas provenientes del norte, que elevan moderadamente la TSM durante los meses cálidos (febrero, marzo y abril) que pueden favorecer la *CPUE* en esos meses, sin embargo, la mediana indica tendencia general a reducción.

Por otro lado, el impacto de La Niña fuerte (2020–2022) fue limitado y variable, con una correlación débil y no significativa ($r=0.31$; $p > 0.05$). Este comportamiento sugiere que las fluctuaciones regulares de la TSM, más que las fases extremas de ENOS, desempeñan un papel determinante en la dinámica de este recurso.

En condiciones neutras, la estabilidad relativa de la TSM favoreció valores intermedios de *CPUE*, lo que refleja un balance entre la disponibilidad del recurso y el esfuerzo pesquero. Aunque el ENOS influye significativamente en la CPUE, este no es el único factor determinante, coincidiendo con lo señalado por Nicolaidis et al. (2016), quienes documentan efectos positivos y negativos según la fase del fenómeno. De manera consistente, Santamaría-del-Ángel et al. (2011) reportan que las capturas de camarones peneidos están fuertemente asociadas a la TSM y que las anomalías extremas de El Niño generan respuestas contrastantes entre especies, mientras que los años sin anomalías térmicas muestran relaciones más estables entre temperatura y abundancia.

5. Conclusiones

La pesca de arrastre de camarón pomada (*P. precipua*) en Ecuador representa una actividad estable y de gran importancia económica, con desembarques destacados en el puerto de Posorja, principal centro operativo para las capturas provenientes del Golfo de Guayaquil.

Entre 2015 y 2022, las fluctuaciones en la *CPUE* evidenciaron la interacción de factores

ambientales, operativos y socioeconómicos, destacándose 2017 como el año con el menor esfuerzo pesquero y desembarque, mientras que 2021 marcó el mayor registro, reflejando una reactivación significativa de la actividad.

La variabilidad de la *CPUE* está estrechamente relacionada con la temperatura superficial del mar (TSM) presentando una correlación positiva y un desfase estacional. Los meses de mayor abundancia, marzo y abril, coinciden con incrementos de la TSM, lo que favorece el metabolismo, crecimiento y disponibilidad del recurso. Este patrón se ve influenciado por las vedas al inicio de la temporada de pesca (diciembre a marzo), que contribuyen a una mayor abundancia relativa y desembarques al reactivarse las actividades pesqueras.

Eventos climáticos como El Niño y La Niña afectan la dinámica de la pesquería de manera diferenciada. Mientras que El Niño leve o moderado genera condiciones favorables para la *CPUE*, eventos extremos, como El Niño muy fuerte, superan los umbrales fisiológicos del camarón, reduciendo su disponibilidad; se determinó que las fluctuaciones regulares de la TSM y los patrones cíclicos interanuales ejercen una influencia apreciable en la dinámica del recurso.

Se recomienda mantener las vedas temporales entre diciembre y marzo, coincidiendo con las mayores abundancias observadas demostradas en el presente estudio. Es crucial investigar cómo los límites térmicos afectan el reclutamiento del camarón pomada, dado su influencia en los ciclos de abundancia y mortalidad. Además, se sugiere incorporar estudios espaciales de la CPUE para identificar áreas de mayor abundancia y diseñar medidas de ordenamiento espacial más efectivas.

6. Declaración de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

7. Referencias

- Aguilar, P. (2019). Modelos aditivos generalizados [Tesis de pregrado, Universidad de Sevilla, España].
- Álvarez, R., Díaz, J., & Nández, E. (2009). Ecosistemas de manglar, variabilidad climática y producción de camarones en el área costera del Pacífico colombiano. *Ciencia y Mar*, 13(37), 3–20.
- Calle, M., & Galván, F. (2017). Dieta y hábitos alimenticios de la corvina amarilla *Cynoscion albus* en el Pacífico ecuatoriano. *La Técnica*, 17, 72–83.
- Canales, C., Ibarra, M., & Chicaiza, D. (2021). Evaluación de la población de camarón pomada (*Protrachypene precipua*) del Golfo de Guayaquil, Ecuador. Sustainable Fisheries Partnership Foundation; Instituto Público de Acuicultura y Pesca. <https://institutopesca.gob.ec/wp-content/uploads/2018/01/Evaluacion-Stock-camaron-pomada.pdf>
- Chicaiza, D. (2014). Análisis de aspectos biológicos del camarón pomada (*Protrachypene precipua*) durante la veda 2014 [Informe técnico]. Instituto Nacional de Pesca del Ecuador.
- Chicaiza, D., García, R., & Mndívez, W. (2009). La pesquería de arrastre del camarón pomada (*Protrachypene precipua*) en la zona de Posorja-Ecuador durante 2008. *Boletín Científico y Técnico*, Instituto Nacional de Pesca, 20(3), 1–13.
- Chinga, B. (2018). Estudio de los invertebrados acuáticos presentes en la captura incidental de la pesca artesanal del camarón pomada en las costas norte de Esmeraldas, Ecuador [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Sede Esmeraldas].
- Cobo, M., & Loesch, H. (1966). Estudio estadístico de la pesca del camarón en el Ecuador y de algunas características biológicas de las especies explotadas. *Boletín Científico y Técnico*, Instituto Nacional de Pesca, 1(6).
- Coello, H. (2021). Análisis de la exportación de camarón a China en época de Covid-19 [Tesis de pregrado, Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil].
- Dall, W. (1968). Food and feeding of some Australian penaeid shrimp. *FAO Fisheries Report*, 2, 251–258.
- Farías, R. (2017). Análisis de la pesca artesanal del camarón pomada en las costas de Limones y Camarones en el norte de Esmeraldas [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Sede Esmeraldas].
- Fischer, W., Krupp, F., Schneider, W., Sommer, C., Carpenter, K., & Niem, V. (Eds.). (1995). Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca: Pacífico centro-oriental (Vol. 1: Plantas e invertebrados). FAO.
- Fujiwara, M., Zhou, C., Acres, C., & Martínez-Andrade, F. (2016). Interaction between penaeid shrimp and fish populations in the Gulf of Mexico: Importance of shrimp as forage species. *PLOS ONE*, 11(11), e0166479. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0166479>
- González, M. (2022). Análisis de los desembarques anuales de las principales especies de camarón capturadas por la flota arrastrera, Guayas y Esmeraldas 2005–2015 [Tesis de pregrado, Universidad Estatal Península de Santa Elena].
- Instituto Nacional de Pesca. (1994–1996). Evaluación de los recursos demersales y del ambiente marino en el Golfo de Guayaquil. Instituto Nacional de Pesca, Guayaquil, Ecuador.
- Loneragan, N., Bunn, S. E., & Kellaway, D. (1997). Are mangroves and seagrasses sources of organic carbon for penaeid prawns in a tropical Australian estuary? A multiple stable-isotope study. *Marine Biology*, 130, 289–300.
- López-Martínez, J., Arreguín-Sánchez, F., Hernández-Vázquez, S., Herrera-Valdivia, E., Nevárez-Martínez, M. O., Morales-Azpeitia, R., Lluch-Cota, S., & Lluch-Cota, D. B. (2002). Effects of the El Niño events on the brown shrimp fishery in the Gulf of California, Mexico. *Investigaciones Marinas*, 30(1), 160–161. <https://doi.org/10.4067/S0717-71782002030100081>

- Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca. (2022). Plan de acción nacional para el manejo y la conservación del recurso camarón pomada. PNUD; WWF-Ecuador.
- Nandakumar, G., & Damodaran, R. (1998). Food and feeding habits of the speckled shrimp *Metapenaeus monoceros* (Fabricius). *Journal of the Marine Biological Association of India*, 40(1-2), 30-43.
- NOAA. (2025). Oceanic Niño Index (ONI) [Datos del índice ONI]. <https://www.noaa.gov>
- NOAA/NESDIS/OSPO. (2025). Sea-surface temperature, NOAA ACPSO NOAA-20 VIIRS CoastWatch co-gridded 4 km daily (degrees C).
- Nicolaides, F., Chicaiza, D., García, R., & Mendívez, W. (2016). Aspectos biológicos del recurso camarón pomada durante la veda en 2016. *Boletín Científico y Técnico, Instituto Nacional de Pesca*, 9(4), 1-46.
- Nicolaides, F., Mendívez, W., García, R., & Chicaiza, D. (2014). Pesca de la flota langostinera artesanal en el Golfo de Guayaquil y Esmeraldas, Ecuador durante 2012 (Informe Técnico 2017-7). Instituto Nacional de Pesca, Guayaquil, Ecuador.
- Nicolaides, F., Mendívez, W., García, R., & Chicaiza, D. (2012). Indicadores biológico-pesqueros y parámetros poblacionales del camarón pomada (*Protrachypene precipua*) durante 2011 en Posorja y Esmeraldas, Ecuador. *Boletín Científico y Técnico, Instituto Nacional de Pesca*, 22(3), 1-21.
- Null, J. (2025). El Niño and La Niña years and intensities: Based on Oceanic Niño Index (ONI). <https://ggweather.com/enso/oni.htm>
- Pontón, C. J. R., Marín, J., Rosado, M., Bonifaz, M., Quiroga, M., Espinoza, M., Cordoba, M., Cajas, L., & Goethals, P. L. M. (2021). Spatio-temporal variability of *Brachyura* larval assemblages in mangroves of the Gulf of Guayaquil's inner estuary.
- Rangel, D. M. (2023). Cambios interanuales de la distribución y abundancia de los crustáceos componentes de la fauna acompañante del camarón y su relación con el ambiente en el Golfo de California [Tesis de maestría, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, SC].
- Rebolledo, E. (2010). Diagnóstico del subsector pesquero artesanal de los cantones Rioverde, Eloy Alfaro y San Lorenzo [Informe]. Programa de Desarrollo Rural del Norte de Ecuador; Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Sede Esmeraldas.
- Rebolledo, E., Velasco, J., Alió, J., & Chicaiza, D. (en prensa). Evaluation of bycatch reduction devices in artisanal shrimp trawl fisheries of the northern coast of Ecuador. *Latin American Journal of Aquatic Research*.
- Santamaría-del-Ángel, E., Millán-Núñez, R., González-Silvera, A., Callejas-Jiménez, M., Cajal-Medrano, R., & Galindo-Bect, M. S. (2011). The response of shrimp fisheries to climate variability off Baja California, Mexico. *ICES Journal of Marine Science*, 68(4), 766-772.
- Schlenker, L. S., Stewart, C., Rock, J., Heck, N., & Morley, J. W. (2023). Environmental and climate variability drive population size of annual penaeid shrimp in a large lagoonal estuary. *PLOS ONE*, 18(5), e0285498. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0285498>
- Vargas, R., & Wehrtmann, I. (2009). Decapod crustaceans. En I. S. Wehrtmann & J. Cortés (Eds.), *Marine biodiversity of Costa Rica, Central America* (pp. 209-228). Springer.
- Wood, S. (2011). Fast stable restricted maximum likelihood and marginal likelihood estimation of semiparametric generalized linear models. *Journal of the Royal Statistical Society: Series B*, 73(1), 3-36.
- Yockteng, J., Velarde, E., & Sacio, A. (1983). Efectos del fenómeno El Niño sobre los mariscos en el departamento de Tumbes, Perú. *Simposio El Niño y su impacto en la fauna marina, Boletín extraordinario. Instituto del Mar del Perú*.