



PERÚ

Ministerio
del Ambiente



IGP

Instituto
Geofísico
del Perú



BOLETÍN CIENTÍFICO

EL NIÑO

Vol. 10 n.º 06 junio 2023

PROGRAMA PRESUPUESTAL n.º 068

«Reducción de la vulnerabilidad y
atención de emergencias por desastres»

En este boletín ◆◆◆

4

pág.

El Niño, la anchoveta y
otros recursos pesqueros

11

pág.

Lluvia en los Andes del norte: comportamiento
de la señal isotópica en el agua meteórica
y su respuesta al ENSO

16

pág.

Resumen del informe técnico de El Niño

17

pág.

Resumen del comunicado ENFEN



BICENTENARIO
DEL PERÚ
2021 - 2024



CRÉDITOS

Albina Ruiz Ríos
Ministra del Ambiente

Instituto Geofísico del Perú:

Hernando Tavera Huarache
Presidente Ejecutivo

Edmundo Norabuena Ortiz
Director Científico

Ken Takahashi Guevara
Director de Ciencias de la Atmósfera e Hidrósfera

Antonella Condorena Franco
Jefatura de la Unidad Funcional de Comunicaciones

Ivonne Katherine Montes Torres
Ken Takahashi Guevara
Jorge Andrés Concha Calle
Editores

Jorge Andrés Concha Calle
Diseño y diagramación

Carátula: Botes de pesca en el puerto de Ilo, Moquegua, Perú
Foto: Jorge Andrés Concha Calle

El boletín científico “El Niño” es generado en el marco del Programa Presupuestal n.º 068 “Reducción de la vulnerabilidad y atención de emergencias por desastres”

Producto 1: Estudios para la estimación del riesgo de desastres
Actividad 5: Generación de información y monitoreo del Fenómeno El Niño
Instituto Geofísico del Perú

Calle Badajoz 169 Mayorazgo, Ate, 15012

Teléfono: +51-1-3172300

Lima, septiembre de 2023

Puedes acceder a la colección completa de los boletines científicos El Niño escaneando el siguiente código QR.



INTRODUCCIÓN

El Programa Presupuestal por Resultados (PPR) es una estrategia de gestión pública que vincula la asignación de recursos a productos y resultados medibles a favor de la población. Dichos resultados se vienen implementando progresivamente a través de los programas presupuestales, las acciones de seguimiento del desempeño sobre la base de indicadores, las evaluaciones y los incentivos a la gestión, entre otros instrumentos que determina el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF), a través de la Dirección General de Presupuesto Público, en colaboración con las demás entidades del Estado.

El Instituto Geofísico del Perú (IGP) viene participando en el Programa Presupuestal por Resultados 068: "Reducción de vulnerabilidad y atención de emergencias por desastres". A partir del año 2014, algunas de las instituciones integrantes de la Comisión Multisectorial para el Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (ENFEN) participan en este PPR con el producto denominado "Estudios para la estimación del riesgo de desastres", el cual consiste en la entrega en forma oportuna de información científica sobre el monitoreo y pronóstico de este evento natural océano-atmosférico, mediante informes técnicos mensuales, que permita la toma de decisiones a autoridades a nivel nacional y regional.

A este producto, el IGP contribuye con la actividad "Generación de información y monitoreo del Fenómeno El Niño", la cual incluye la síntesis y evaluación de los pronósticos de modelos climáticos internacionales, el desarrollo y validación de nuevos modelos de pronóstico, así como el desarrollo de estudios científicos que fortalecerán en forma continua la capacidad para este fin.

El presente boletín tiene como objetivo difundir conocimientos y avances científicos, además de noticias relacionadas, con la finalidad de mantener informados a los usuarios y proporcionarles las herramientas para un uso óptimo de la información presentada. Asimismo, comparte una versión resumida del Informe Técnico que el IGP elabora mensualmente para cumplir con los compromisos asumidos en el marco del PPR 068. Dicho Informe contiene información actualizada operativamente y proporcionada por el IGP como insumo para que el ENFEN genere en forma colegiada la evaluación final que será entregada a los usuarios. Se advierte que, en caso de discrepancias, el Informe Técnico del ENFEN prevalecerá.

Los resultados de esta actividad están disponibles en https://bit.ly/IGP-SCAH-informes_tecnicos

EL NIÑO, LA ANCHOVETA Y OTROS RECURSOS PESQUEROS

Mariano Gutiérrez Torero¹

¹ Instituto Humboldt de Investigación Marina y Acuícola (IHMA)



Mariano Gutiérrez es ingeniero pesquero y doctor en Ciencias con mención en Acuicultura. Ha sido director general de Investigación Pesquera en el Instituto del Mar del Perú. Actualmente, es director científico del Instituto Humboldt de Investigación Marina y Acuícola (IHMA). Es copresidente del Grupo de Trabajo de Monitoreo del Hábitat de la Organización Regional de Ordenamiento Pesquero para el Pacífico Sur (OROP-PS).

Palabras clave: El Niño, anchoveta, sardina, jurel, caballa, pesquerías, Perú

Citar como Gutiérrez, M. (2023). El Niño, la anchoveta y otros recursos pesqueros. *Boletín científico El Niño*, Instituto Geofísico del Perú, vol. 10 n.º 06, págs. 4-10.

Resumen

En el presente artículo se describe el impacto de El Niño, independientemente del tipo de evento, sobre algunas especies de importancia pesquera, tanto en términos de cambios en su distribución como en su abundancia y disponibilidad.

1. Introducción

Entre los distintos modos de variabilidad que influyen en la región norte del Sistema de la Corriente de Humboldt (RNSCH) se encuentra El Niño. Independientemente del tipo de evento que se desarrolle, El Niño altera de manera más extensa las condiciones del hábitat de la totalidad de especies que habitan la RNSCH, provocando impactos proporcionales a la intensidad con que se desarrolle el evento en distintas escalas de tiempo y espacio.

El desarrollo de un evento El Niño representa un periodo de menor productividad primaria (biomasa vegetal) y secundaria (biomasa animal); en consecuencia, de menor producción pesquera aunque aumente la disponibilidad temporal de especies como bonito, perico, atún, etc. Por ejemplo, el Niño costero de 2023 ha tenido mayores impactos que el de 2017, a juzgar, al menos, por el mayor calentamiento en la columna de agua. De modo que, así como en 2017

(Ledesma et al., 2020), también en el caso de 2023, se tendría que haber producido una menor productividad primaria y secundaria con efectos diversos sobre todas las especies.

En el presente artículo se describirán algunos casos de impactos esperados de El Niño sobre algunas especies de importancia pesquera, tanto en términos de cambios en su distribución como en su abundancia y disponibilidad.

2. Importancia del hábitat

El Grupo de Trabajo sobre Monitoreo del Hábitat (HMWG, por sus siglas en inglés) de la Organización Regional de Ordenamiento Pesquero para el Pacífico Sur (SPRFMO, por sus siglas en inglés) ha adoptado la siguiente definición para el concepto de hábitat: "El hábitat es el lugar donde reside la población de una especie o grupos de especies, y representa el área geográfica que reúne las condiciones idóneas para que sobreviva y se reproduzca una especie, perpetuando así su presencia". Asimismo, el HMWG precisa que "el hábitat se describe por las características que la definen ecológicamente, distinguiéndolas de otros hábitats en los cuales las mismas especies no podrían hallar condiciones favorables para subsistir".

En el caso particular de hábitats de especies pelágicas,

el HMWG precisa que “tienen una superficie y volumen fluctuante en términos de tiempo y espacio, siendo que dicha variabilidad tiene un efecto crítico sobre la población que habita un área geográfica”. Más escuetamente, el HMWG también define que un hábitat es “un lugar donde vive una comunidad de organismos, incluidos todos los factores o condiciones vivas y no vivas del entorno”.

Debido a cambios en su hábitat, las poblaciones de pequeños peces pelágicos experimentan grandes fluctuaciones en sus niveles de abundancia entre un año y otro, lo que introduce un nivel de incertidumbre eventualmente alto en lo que se refiere al manejo pesquero de estas especies. Esa incertidumbre se reduce cuando se ejerce un seguimiento cercano de la distribución, abundancia y demografía de cada especie en estudio. Tenemos entonces que —no solo en pequeños peces pelágicos— las especies tienen un período crítico inicial (Hjort, 1914), que es la primera fase de vida en la cual sucumben gran parte de los huevos y larvas. Son las características del hábitat (en términos de alimento, oxígeno, condiciones térmicas, etc.) las que determinan la supervivencia a ese período crítico y el posterior reclutamiento.

Es así como ha sucedido en muchas pesquerías alrededor del mundo. Cuando en el seguimiento de las estructuras de tamaños de las especies evaluadas no se hallan presentes ciertos rangos de tallas, se hipotetiza que ello se debe a una falla en el reclutamiento, resultado de una muy alta mortalidad natural o un mal desove.

Por otro lado, hay que considerar que los hábitats se expanden y contraen en diversas escalas de tiempo y espacio (Barange et al., 2009). Por ejemplo, en el caso de eventos fríos como La Niña, el hábitat de especies costeras que incluye a la anchoveta se expande hacia el oeste gracias a un afloramiento intenso y una productividad primaria y secundaria que es exportada al océano abierto. Como contraparte, el hábitat costero se comprime durante eventos cálidos como El Niño, como resultado de la menor intensidad del viento y del afloramiento, con menor productividad primaria y secundaria. Es así como El Niño impacta el ecosistema frío de la costa, cuyos efectos (cambios en la distribución, variaciones de la biomasa, aumento de la mortalidad natural, etc.) dependen de la intensidad y duración del evento, tal como se verá a continuación.

3. El Niño y los estadios tempranos de la anchoveta

Durante el periodo comprendido entre la primavera de 1997 y el verano de 1999, debido a la ocurrencia de un evento El Niño de considerable magnitud, el Instituto del Mar del Perú (IMARPE) efectuó diversas prospecciones con embarcaciones menores en las zonas que se consideraron más importantes para la anchoveta. Se efectuaron numerosos lances de pesca y muestreos con redes biológicas, concluyendo que la anchoveta se hallaba dispersa (con base en las capturas relativamente pobres). Sin embargo, un detalle que llamó la atención fue que hubo un número relativamente alto de muestreos en que se hallaron poslarvas y juveniles de anchoveta, es decir, que, a pesar de la existencia de un hábitat considerado como adverso, los estadios tempranos de anchoveta no parecían estar pasándolo tan mal.

Asimismo, en agosto de 1998, se tuvo la más baja medición de la biomasa de anchoveta desde El Niño 1982-83 (IMARPE, 1998a): solo 1.2 millones de toneladas compuestas, de las cuales solo 0.2 eran adultos. En diciembre de 1998, la biomasa aumentó a 2.8 millones de toneladas con predominio de juveniles (IMARPE, 1998b). En marzo de 1999, la biomasa de anchoveta aumentó a 5.2 millones de toneladas (IMARPE 1999), esta vez con predominio de adultos, es decir, la biomasa se cuadruplicó en 7 meses, lo cual es biológicamente imposible, siendo la única explicación posible (años después sustentada en la publicación de Bertrand et al. [2004]) que la anchoveta estuvo refugiada en una zona inaccesible a la medición hecha a bordo de los barcos de IMARPE. En especial, la ausencia de anchovetas grandes (>14 cm) durante el evento, e incluso después de él, fue atribuida a una mayor mortalidad natural o a la migración de esos adultos a zonas profundas. Algo similar ha ocurrido entre el verano y el otoño de 2023, donde se ha encontrado que la biomasa de anchoveta está compuesta de más de 80 % de juveniles (IMARPE, 2023). Es otra vez evidente que los eventos El Niño no son tan perjudiciales como se pudiera pensar en el caso de los juveniles, y se puede hipotetizar que la anchoveta pequeña tiene, posiblemente contrario al caso de los adultos, una disposición mayor de oferta de ítems alimentarios.

Flores-Valiente et al. (2023) sostienen que sigue siendo un desafío comprender el impacto del hábitat en las etapas tempranas de la vida de la anchoveta. Argumentan que la variabilidad del hábitat en varias escalas está modulada por la temperatura, la velocidad de las corrientes y la disponibilidad de alimentos, con impactos en el crecimiento y supervivencia en las primeras etapas de vida. Empleando un modelo bioenergético, Flores-Valiente et al. (2023) han estudiado la retención larval en anchoveta y han hallado que la retención fue mayor cuando el desove ocurrió en la capa superficial, entre 0 y 15 m de profundidad, durante el invierno austral, y en la capa entre 30 y 45 m, durante el verano. Utilizando un modelo basado en individuos (IBM, por sus siglas en inglés), encontraron los patrones de crecimiento sobre la plataforma continental, la cual muestra una relación entre meses y latitudes donde el reclutamiento larval más fuerte se da de los 6 a 10° S (de Bayóvar a Huarney) durante el verano. Además, observaron que el crecimiento larval es mayor a temperaturas más altas, aunque no ha sido posible aún definir un umbral máximo. Asimismo, hallaron que el reclutamiento larval podría ser también fuerte en el norte, entre las latitudes 2 y 4° S (de Ayangue en Ecuador a Talara en Perú). En este caso, los autores señalan que esta última es una zona no usual para la anchoveta, pero hay información consistente para sostener que, en efecto,

la anchoveta habita también el golfo de Guayaquil (IPIAP, 2023). Finalmente, Flores-Valiente et al. (2023) han realizado pruebas de sensibilidad que indican una limitación en el crecimiento larval debido a una deficiencia en el suministro de alimentos en la zona más al sur del Perú.

4. El Niño y la disponibilidad de anchoveta

Las condiciones cálidas, con aguas menos productivas, son perjudiciales para especies de alta biomasa como la anchoveta. El perjuicio se manifiesta en un menor contenido graso, crecimiento más lento, desfases en el desove y un incremento en la mortalidad natural. La investigación acústica iniciada por IMARPE en 1966 ha permitido desarrollar —a lo largo de los últimos 56 años— 123 cruceros o prospecciones para monitorear la abundancia de los recursos pelágicos a lo largo de la costa. La Figura 1 muestra la distribución de la biomasa de la anchoveta en función de la latitud acompañada de las capturas y biomasa total observada, junto con la representación de los eventos El Niño ocurridos entre 1966 y 2023. Durante El Niño de 1972 se observa una drástica caída de las capturas y de la abundancia debido, principalmente, a la sobrepesca de los años anteriores (Licandeo et al., 2023). Es decir, a pesar

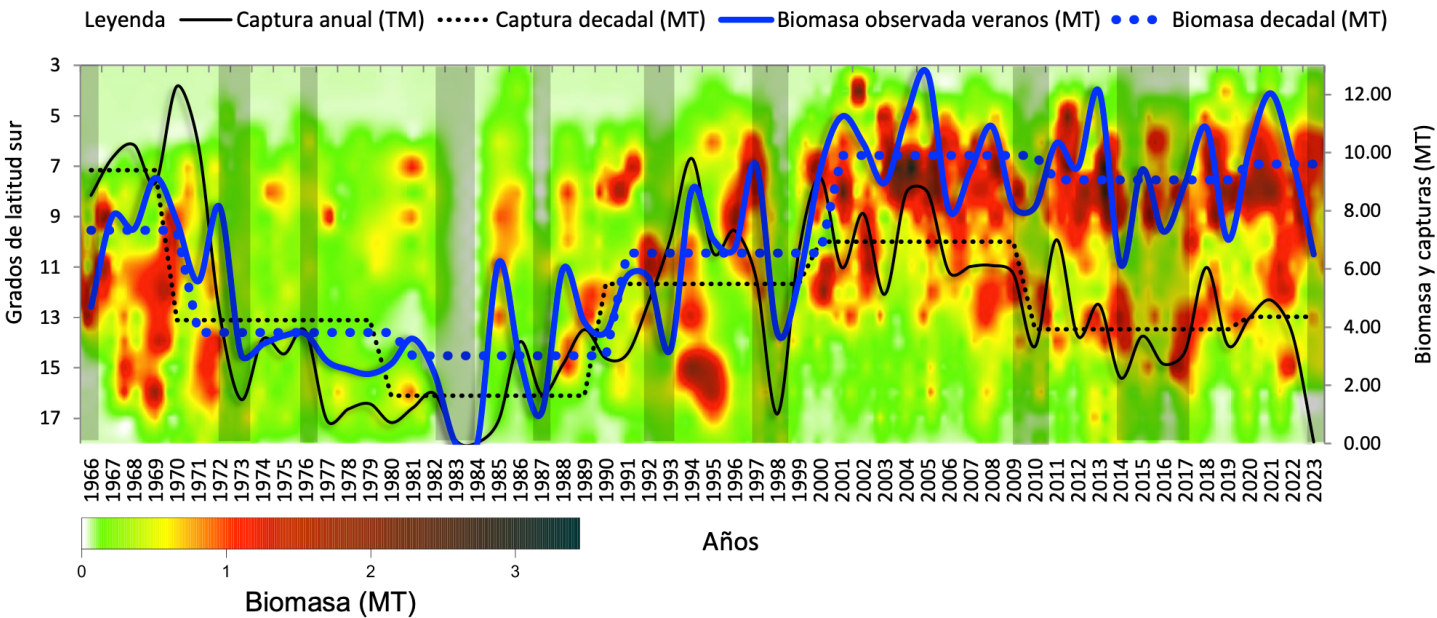


Figura 1. Diagrama Hovmoller sobre la distribución latitudinal y total de la biomasa observada (biomasa medida) de la anchoveta en función de las capturas junto con la representación de los eventos El Niño ocurridos entre 1966 y 2023 (barras grises verticales). El eje vertical al lado derecho presenta las biomاسas y capturas (en millones de toneladas), mientras que el eje vertical izquierdo representa los grados de latitud sur. La línea azul representa la biomasa observada en las estaciones de verano; la línea negra, las capturas anuales (en millones de toneladas). Las líneas punteadas horizontales indican la biomasa observada promedio entre décadas, en tanto que la línea punteada horizontal representa los promedios decadales de capturas. Nótese que, durante la década de 1960, la distribución de la anchoveta tendía al sur y que desde 1999 tiende al norte. Nótese también la diferencia de más de 5 millones de toneladas que hay entre biomasa y captura promedio, como resultado del actual manejo precautorio adaptativo de la pesquería industrial de anchoveta. Fuente: IMARPE, gráfico del autor.

de El Niño, la anchoveta no habría colapsado de haberse moderado las capturas como se hace hoy en día. Durante El Niño 1982-83, la situación se agravó, al punto que el IMARPE no halló anchoveta en 1983. Sin embargo, en los años siguientes, se observó una recuperación que no fue afectada por los eventos El Niño ocurridos en 1987 y 1992. En cambio, durante El Niño extraordinariamente fuerte de 1997-1998 se vio afectada la distribución de anchoveta, pero, a diferencia de El Niño 1972, se tomaron medidas para proteger la reproducción de la especie, es decir, el desove. Se estableció una veda que duró 8 meses (usualmente, las vedas duran 3 meses) y se limitó la captura anual a solo 1 millón de toneladas. Para 1999, las condiciones volvieron a la normalidad y, en especial, a partir del 2000, la biomasa observada alcanzó un umbral de 10 millones de toneladas que se mantiene hasta el presente.

Por otro lado, durante los últimos 23 años, según el Índice Costero El Niño (ICEN; ENFEN, 2012), se han producido los eventos de El Niño 2009, 2014-2017 y el actual 2023, los cuales han provocado cambios en la distribución y disponibilidad usual de la anchoveta. No se han observado modificaciones en la biomasa total, pero una característica distintiva en estos eventos ha sido una mayor proporción de juveniles en comparación con los peces adultos. Para explicar esto se hipotetiza que los adultos han disminuido su tasa de crecimiento por una menor oferta de macrozooplancton, o bien que la mortandad natural ha aumentado entre los adultos o que estos (mayores a 15 cm de talla) han migrado hacia zonas profundas donde no pueden ser acústicamente identificados y capturados por las redes de cerco.

5. El Niño y la disponibilidad de sardina y jurel

Un estudio publicado por Ayón et al. (2011) muestra que, durante los años de dominancia de la anchoveta, ha habido un predominio de macrozooplancton (eufáusidos y copépodos). Sin embargo, entre mediados de las décadas de 1970 y 1990, se tuvo un cambio en el ecosistema marino en el que se registró una predominancia del zooplancton de pequeño tamaño, lo cual favoreció a especies como la sardina y otras cuya disponibilidad aumentó en ese período, como es

el caso del jurel (*Trachurus murphyi*) y caballa (*Scomber japonicus*). En ese mismo período, Bertrand et al. (2011) hallaron que la ubicación de la oxiclina estuvo más profunda, lo que genera un hábitat más adecuado para la sardina, jurel, caballa, entre otros. Sin embargo, a comienzos de la década de 1990 comenzó a ser evidente un cambio en la distribución de la sardina. Inicialmente, la sardina se ubicaba en la región centro-sur de la costa, siendo Pisco el principal puerto sardinero; no obstante, progresivamente, el centro de gravedad de su distribución fue desplazándose hacia el norte, acabando Paita por ser el puerto sardinero hacia 1997 (Gutiérrez et al., 2007). De otro lado, Espinoza & Bertrand (2008, 2014) han descrito que la sardina es capaz de alimentarse eficientemente con zooplancton de pequeño tamaño, que estuvo año a año menos disponible, lo que explica el colapso de la especie hacia el año 2002. No obstante, es importante hacer notar que durante El Niño 1997-1998 se capturaron 1.5 millones de toneladas de sardina juvenil y no se encontraron ejemplares adultos, todo lo cual aceleró el colapso que hubiera tardado más en llegar de no haberse producido esas capturas durante 1997-1998 (Gutiérrez et al., 2012).

En el caso específico del jurel, la serie acústica del IMARPE se inició en 1983. La Figura 2 muestra la biomasa latitudinal que presenta una alta variabilidad en la ubicación de las zonas más densas. En general, la abundancia es alta hasta el año 2002, notándose que, durante los eventos El Niño, el jurel tiende a distribuirse hacia el sur (Gutiérrez et al., 2012). Después de 2002, se inicia un periodo de baja abundancia o disponibilidad que dura hasta la actualidad. En el período cálido de 2014 a 2017, se observa una muy baja abundancia de jurel, aunque a partir de 2018 se aprecia una mayor abundancia. En el actual evento El Niño 2023, esta condición ha forzado al jurel a distribuirse hacia el sur, con operaciones de pesca desarrolladas inclusive fuera de las 200 millas (SNP-IHMA, 2023)

6. El Niño y la disponibilidad de caballa

La Figura 3 muestra un diagrama Hovmoller que representa los cambios en la biomasa latitudinal de caballa entre 1983 y marzo de 2023. En términos

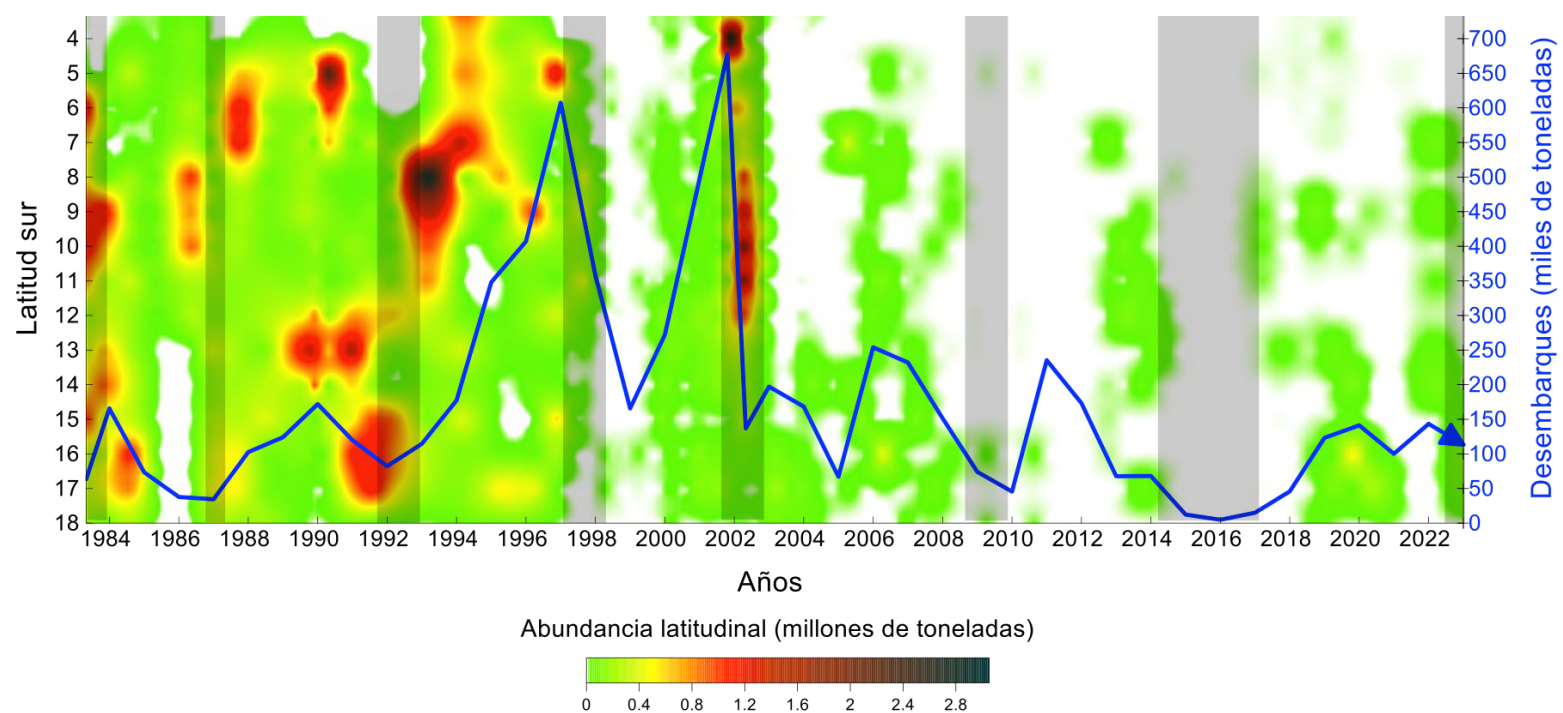


Figura 2. Diagrama Hovmoller sobre los cambios en la distribución latitudinal de la biomasa observada (biomasa medida) y las capturas anuales de jurel entre 1983 y 2023, con indicación del desarrollo de eventos El Niño representado por las barras grises. El eje vertical al lado derecho presenta las capturas (en miles de toneladas); en tanto, el eje vertical izquierdo representa los grados de latitud sur. La línea azul representa las capturas anuales (en miles de toneladas). Fuente: IMARPE, gráfico del autor.

generales, se observan tres regímenes. El primero cubre el periodo entre 1983 y 1992, durante el cual la biomasa presentó una distribución uniforme a lo largo de toda la costa, aunque con abundancias medias. El segundo cubre el periodo 1992-2002, durante el cual la biomasa fluctuó entre niveles medios y altos. El tercer régimen se presenta desde 2002, con abundancias que varían entre niveles medios y

bajos. No obstante, en los años recientes se observa una tendencia positiva en la biomasa, es decir, de incremento hacia niveles medios de abundancia. Las capturas en el mismo lapso (1983-2023) muestran, en general, mejores rendimientos en los años en que la biomasa ha sido mayor. La Figura 3 muestra también que, durante los eventos El Niño, la caballa aumenta su disponibilidad, especialmente en la costa central.

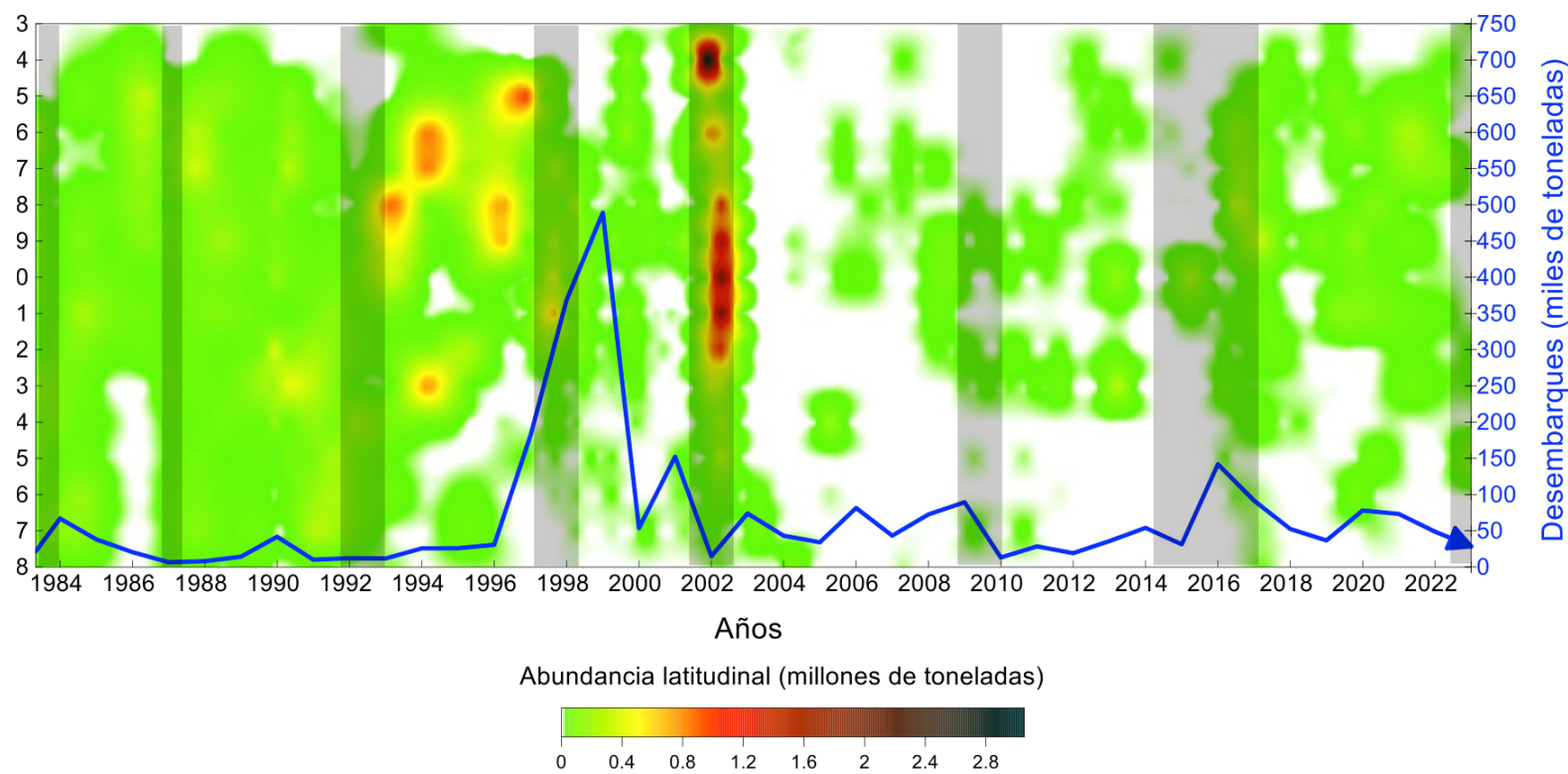


Figura 3. Diagrama Hovmoller sobre los cambios en la distribución latitudinal de la biomasa observada (biomasa medida) y las capturas anuales de caballa entre 1983 y 2023, con indicación del desarrollo de eventos El Niño representado por las barras grises. El eje vertical al lado derecho presenta las capturas (en miles de toneladas); en tanto, el eje vertical izquierdo representa los grados de latitud sur. La línea negra representa las capturas anuales (en miles de toneladas). Fuente: IMARPE, gráfico del autor.

7. Principales conclusiones

Por lo general, se afirma que El Niño es nocivo para las especies marinas. Esta es una generalización que conviene analizar, puesto que en este documento hemos visto varios casos en los que las capturas — como indicador de la disponibilidad de especies para la pesquería — no han variado durante El Niño, independientemente de su intensidad. Para ello, es conveniente precisar que al mencionar los “cambios en la disponibilidad” se hace referencia no a la biomasa o cantidad total de individuos expresados en unidades de masa, sino a su accesibilidad en términos de pesca, es decir, por ejemplo, que una especie puede tener una baja biomasa, pero es accesible (disponible) para la pesca.

Conviente, entonces, analizar los impactos de El Niño desde la perspectiva de las características del hábitat por grupos de especies, dado que, precisamente, ciertos grupos de especies pueden experimentar una mayor disponibilidad durante El Niño. Algunos de estos hábitats son favorecidos por una mayor oxigenación de la columna de agua y otros son perjudicados por la disminución de la productividad primaria que es típica de El Niño. Otros hábitats se comprimen a lo largo de la costa, como en el caso de la anchoveta y especies costeras, debido a la menor disposición de fito y zooplancton, y, en particular, por la mayor profundización de los peces, lo cual es posible por la mayor oxigenación de la columna de agua, con impactos crecientes sobre los depredadores superiores que pueden sucumbir por inanición. La intensidad y duración de cada evento El Niño determina el impacto sobre cada especie (lo cual incluye el incremento de la mortalidad natural, disminución de la tasa de crecimiento, cambios en la tasa de crecimiento, desfases en el desove, etc.).

Desde que las capturas están mejor documentadas, lo que se aprecia es que al menos algunos de estos eventos El Niño han marcado cambios en la tendencia de la distribución y abundancia de grupos de especies. Es así que sabemos, por ejemplo, que el período en que la anchoveta estuvo en condición de colapso coincidió con una disminución del zooplancton, una profundización de la oxiclina y un incremento del zooplancton de pequeño tamaño. Es decir que, aun sin sobrepesca antes de 1972, la anchoveta hubiera

enfrentado unas condiciones de hábitat que no le eran propicias y, que más bien, sí fueron adecuadas para otro grupo de especies, tales como la sardina, jurel, caballa, entre otras. Estas observaciones llevan a concluir que son las variaciones en el hábitat lo que explica los impactos positivos o negativos de El Niño sobre las pesquerías: si El Niño genera hábitats propicios, ello se reflejará, al menos, en un incremento de la disponibilidad de las especies beneficiadas. Por el contrario, hábitats poco propicios significarán menor disponibilidad de algunas especies.

El análisis realizado permite concluir que es más la sobrepesca que un evento El Niño lo que más daño hace a las poblaciones objetivo. Hay algunos casos en los que, independientemente de la frecuencia y diferentes intensidades de eventos El Niño, las capturas de ciertos grupos de especies no son diferentes a las que se tienen bajo condiciones frías o normales. En cambio, hay grupos de especies que están declinando como producto del “crecimiento empobrecedor” de la sobrepesca artesanal (De la Puente et al., 2018), la cual, en gran parte, es informal.

La FAO (Bertrand et al., 2018) ya ha advertido que el principal problema que enfrenta el Perú está en la pesca artesanal, no en la industrial, la cual se halla sobrerregulada y vigilada. En consecuencia, es fundamental brindar el mismo nivel de atención que se da a la pesca industrial a la pesca artesanal para revertir la situación actual de precariedad que se agravará en los próximos años si no se aborda el problema de exceso del esfuerzo de pesca. Así, no se requiere que ocurra un evento El Niño para que haya problemas en este importante segmento de la pesquería; con la excepción de las pesquerías de pota y perico, las pesquerías artesanales que no cuentan con un reglamento de ordenamiento pesquero (ROP) están en medio de serios problemas que urgen atender.

Respecto al futuro, es necesario prestar atención a la necesidad de diversificar el esfuerzo de pesca, especialmente en la pesca industrial que es la más afectada cuando ocurren cambios en la biología de anchoveta, como está sucediendo este año 2023 debido a El Niño costero. Dado el actual manejo precautorio de la pesquería industrial de anchoveta, es previsible que las capturas de anchoveta estarán bastante por debajo de lo usual. Lo que estamos observando este

año 2023, con baja disponibilidad de peces adultos, o bien profundizados hasta un nivel inalcanzable para las redes de pesca, está ya causando problemas financieros en la pesquería más importante del mundo. La diversificación del esfuerzo hacia la pesca de los abundantes y no explotados peces mesopelágicos parece ser la única vía para la industria.

Referencias

- Ayón, P., Swartzman, G., Espinoza, P., & Bertrand, A. (2011). Long-term changes in zooplankton size distribution in the Peruvian Humboldt Current System: conditions favouring sardine or anchovy. *Mar Ecol Prog Ser.*, 422, 211–222. doi: 10.3354/meps08918
- Barange, M., Coetzee, J., Takasuka, A., Hill, K., Gutierrez, M., Oozeki, Y., van der Lingen, C. & Agostini, V. (2009). Habitat expansion and contraction in anchovy and sardine populations. *Progress in Oceanography*, 83, 251–260.
- Bertrand, A., Chaigneau, A., Peraltila, S., Ledesma, J., Graco, M., Monetti, F., & Chavez, F. (2011). Oxygen: A Fundamental Property Regulating Pelagic Ecosystem Structure in the Coastal Southeastern Tropical Pacific. *PLoS ONE*, 6(12), e29558. doi:10.1371/journal.pone.0029558
- Bertrand, A., Segura, M., Gutierrez, M. & Vasquez, L. (2004). From small-scale habitat loopholes to decadal cycles: a habitat-based hypothesis explaining fluctuation in pelagic fish populations off Peru. *Fish and Fisheries* (5) 296–316.
- Bertrand A., Vögler Santos, R., & Defeo, O. (2018). *Climate change impacts, vulnerabilities and adaptations: South-West Atlantic and South East Pacific marine fisheries*. In: Impacts of Climate Change on fisheries and aquaculture: Synthesis of current knowledge, adaptation and mitigation options. Chapter 15. United Nations Food and Agriculture Organization (FAO). 22 pp.
- ENFEN (2012). *Definición operacional de los eventos El Niño y La Niña y sus magnitudes en la costa del Perú*. Nota Técnica. <http://enfen.gob.pe/>
- Espinoza, P. & Bertrand, A. (2008). Revisiting Peruvian anchovy (*Engraulis ringens*) trophodynamics provides a new vision of the Humboldt Current system. *Progress in Oceanography* 79, 215–227.
- Espinoza, P. & Bertrand, A. (2014). Ontogenetic and spatiotemporal variability in anchoveta *Engraulis ringens* diet off Peru. *Journal of Fish Biology*, 84, 422–435.
- De la Puente S., López de la Lama, R., Benavente, S., Sueiro, J.C., & Pauly, D. (2020). Growing Into Poverty: Reconstructing Peruvian Small-Scale Fishing Effort Between 1950 and 2018. *Frontiers in Marine Science*, 7:681. doi: 10.3389/fmars.2020.00681
- Flores-Valiente, J., Lett, C., Colas, F., Pecquerie, L., Aguirre Velarde, A., Rival F., Tam, J., Bertrand A., Ayon, P., Sall, S., Barrier, N., & Brochier, T. (2023). Influence of combined temperature and food availability on Peruvian anchovy (*Engraulis ringens*) early life stages in the northern Humboldt Current system: A modelling approach. *Progress in Oceanography*. doi: <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2023.103034>
- Gutiérrez, M., Castillo, R., Segura, M., & Peraltila, S. (2012). Trends in spatio-temporal distribution of Peruvian anchovy and other small pelagic fish biomass from 1966-2009. *Lat Am J Aquat Res.*, 40, 633-648.
- Gutiérrez M, Swartzman G, Bertrand A, Bertrand S. (2007). Anchovy (*Engraulis ringens*) and sardine (*Sardinops sagax*) spatial dynamics and aggregation patterns in the Humboldt Current ecosystem, Peru, from 1983–2003. *Fisheries Oceanography*, 16(2), 155-68.
- Hjort J. (1914). *Fluctuations in the great fisheries of the northern Europe*. International Council for the Exploitation of the Sea (ICES). 237 pp.
- IMARPE (1998a). *Informe Ejecutivo del Crucero 9803-05 de Evaluación de Recursos Pelágicos*. Instituto del Mar del Perú. Verano-otoño de 1998.
- IMARPE (1998b). *Informe Ejecutivo del Crucero 9808-09 de Evaluación de Recursos Pelágicos*. Instituto del Mar del Perú. Invierno - primavera de 1998.
- IMARPE (1999). *Informe Ejecutivo del Crucero 9902-03 de Evaluación de Recursos Pelágicos*. Instituto del Mar del Perú. Verano de 1999.
- IPIAP (2023). *Presencia de anchoveta (*Engraulis ringens*) en el golfo de guayaquil: crucero de prospección hidroacústica y pesca comprobatoria*. Proceso de Investigación de los Recursos Bioacuíáticos y su Ambiente (IRBA). Instituto Público de Investigación en Acuicultura y Pesca.
- IMARPE (2023). *Informe sobre la situación del Stock Norte-Centro de la anchoveta peruana (*Engraulis ringens*) al 25 de mayo de 2023 y perspectivas de explotación para la primera temporada de pesca de 2023*. Callao, 64 pp.
- Ledesma, J., Graco, M., Tam, J., Díaz, K., Anculle, T., García, W., Bernalles, A., Quispe D., Espinoza, D., Carhuapoma, W. & Gutiérrez, D. (2021). Efectos de el Niño costero 2017 sobre la oxigenación, fertilidad y productividad del mar frente a las costas del Perú. *Bol Inst Mar Perú*, Vol 36, No 2.
- Licandeo, S., Christensen, V., Hilborn, R., & Walters, C. (2023). A delay-differential model for representing small pelagic fish stock dynamics and its application for assessing alternative management strategies under environmental uncertainty. *Fish and Fisheries*, 24, 544-566. <https://doi.org/10.1111/faf.12743>
- SNP-IHMA (2023). *Informe del Undécimo Taller SNP sobre las condiciones del hábitat del jurel y otras especies de la Corriente del Perú en el Sistema de Humboldt*. Sociedad Nacional de Pesquería (SNP), Instituto Humboldt de Investigación Marina y Acuicola (IHMA). Lima, 55 pp.

LLUVIA EN LOS ANDES DEL NORTE: COMPORTAMIENTO DE LA SEÑAL ISOTÓPICA EN EL AGUA METEÓRICA Y SU RESPUESTA AL ENSO

Lizbeth Bulnes¹, James Apaéstegui^{1,2}, Carol Romero²

¹ Universidad Nacional Agraria La Molina

² Instituto Geofísico del Perú (IGP), Lima, Perú

Palabras clave: El Niño, isótopos, índices ENSO

Citar como Bulnes, L., Apaéstegui, J. & Romero, C. (2023). Lluvia en los Andes del norte: comportamiento de la señal isotópica en el agua meteórica y su respuesta al ENSO. *Boletín científico El Niño*, Instituto Geofísico del Perú, vol. 10 n.º 06, págs. 11-15.

Resumen

La respuesta de la lluvia a la dinámica del ENSO se ha manifestado significativamente en las últimas décadas, sobre todo en la región norte peruana donde las intensas lluvias, asociadas a los eventos El Niño, han generado estragos en la economía local y nacional. La información disponible, que permita la interpretación y comprensión de estos eventos, se limita a algunas décadas, por lo que el estudio e interpretación de las condiciones pasadas resultan ser relevantes por su potencial de ser empleado como una herramienta en la gestión del riesgo de desastres. En este sentido, el presente trabajo busca interpretar la señal isotópica ($\delta^{18}\text{O}$, $\delta^2\text{H}$) de la lluvia de los Andes del norte y analizar su respuesta a los índices ENSO para poder ser empleada como un registro paleoclimático. Como parte del estudio se analizó la señal isotópica de las muestras de lluvia colectadas en Polulo, Cajamarca, durante el periodo mayo de 2021 a noviembre de 2022, la relación entre la Línea Meteórica Local (LMWL, por sus siglas en inglés) respecto de la Línea Meteórica Global (GMWL, por sus siglas en inglés) y la respuesta de la señal isotópica a los índices E, C y MEI para caracterizar las variaciones del ENSO. Los resultados revelan una variabilidad en la señal de $\delta^{18}\text{O}_p$ de la lluvia a lo largo de todos los meses evaluados. Se observa una concordancia

entre la LMWL y GMWL que se entiende como aguas meteóricas sin efectos por parte de la evaporación. Además, se identifica una asociación entre la señal de $\delta^{18}\text{O}_p$ con los índices E y MEI, lo que lleva a inferir la aplicabilidad de los isótopos en la interpretación de las condiciones ambientales de la zona.

1. Introducción

El Niño-Oscilación del Sur (ENSO, por sus siglas en inglés) es un evento natural que resulta del acoplamiento océano-atmósfera en el océano Pacífico tropical, expresado con fluctuaciones irregulares en la escala interanual. Además, el ENSO presenta dos fases: la fase positiva o cálida (El Niño) y la fase negativa o fría (La Niña) (Garreaud et al., 2003; Mc Phaden et al., 2021).

En el último siglo, la costa norte del Perú ha sido la región de Sudamérica con mayor afectación por parte del fenómeno de El Niño. El incremento de la temperatura superficial del mar (TSM) en las costas de Ecuador y el norte peruano, como efecto del desarrollo del fenómeno, conlleva a cambios en la atmósfera que se manifiestan a través de lluvias anómalas. Este evento ha sido registrado a lo largo del tiempo, como en el caso de El Niño 1997-1998, donde las lluvias en la ciudad de Piura aumentaron significativamente de

60 mm a 1820 mm (Sulca et al., 2018). Otro ejemplo importante es El Niño Costero 2017, el cual presentó anomalías en la TSM con valores entre 1.4 °C y 6 °C, llegando a alcanzar registros de TSM por encima de 28 °C (ENFEN 2017; Garreaud, 2018; Rodríguez-Morata et al., 2019), lo que generó incrementos considerables de precipitación en las regiones del norte peruano y resultó en pérdidas sociales y económicas significativas, afectando viviendas, carreteras, cultivos, entre otros.

La importancia de conocer la dinámica del fenómeno y sus impactos es relevante para la gestión del riesgo de desastres en el territorio peruano. No obstante, los registros ambientales se limitan a algunas decenas de años, por lo que resulta insuficiente para comprender la magnitud y frecuencia de los eventos extremos. En esa brecha de información, se busca incrementar los registros de precipitación a través de reconstrucciones paleoambientales. En tal sentido, el presente trabajo analiza el comportamiento de la señal isotópica en las lluvias en los Andes del norte, su respuesta a los índices oceánicos para caracterizar la variabilidad del ENSO y su aplicación como registros paleoclimáticos.

2. Área de estudio

El área de estudio comprende a la parte alta de la microcuenca del río Chancay, la cual se emplaza sobre cinco formaciones y un grupo geológico. De estas formaciones, las de mayor representatividad corresponden a la formación Llama (o volcánico Llama P-II), conformada por una secuencia gruesa de volcánicos, y la formación Huambos (Nm-huam). Por otro lado, en menor proporción se registró la formación Cajamarca (ks-ca), la formación Carhuaz (Kica) y la formación Pariatambo (Ki-pt). El Grupo Pulluicana (Ks-pu) se localizó en la región norte de la microcuenca, y se encuentra constituido principalmente por caliza, lo que le confiere características kársticas. Además, como parte de la litología, se registraron los depósitos aluviales (Qh-al) y la Dacita (PN-da) (Figura 1). Dentro la microcuenca se ubicó la cueva Polulo, localizada en 6.680° S y 78.799° O, a los 2200 m s. n. m, la cual presenta un desarrollo de 483 m con un desnivel de 75 m desde el ingreso a la cavidad (Moquet et al., 2009). En este punto se colectaron aguas de goteo y espeleotemas para las reconstrucciones paleoambientales. A

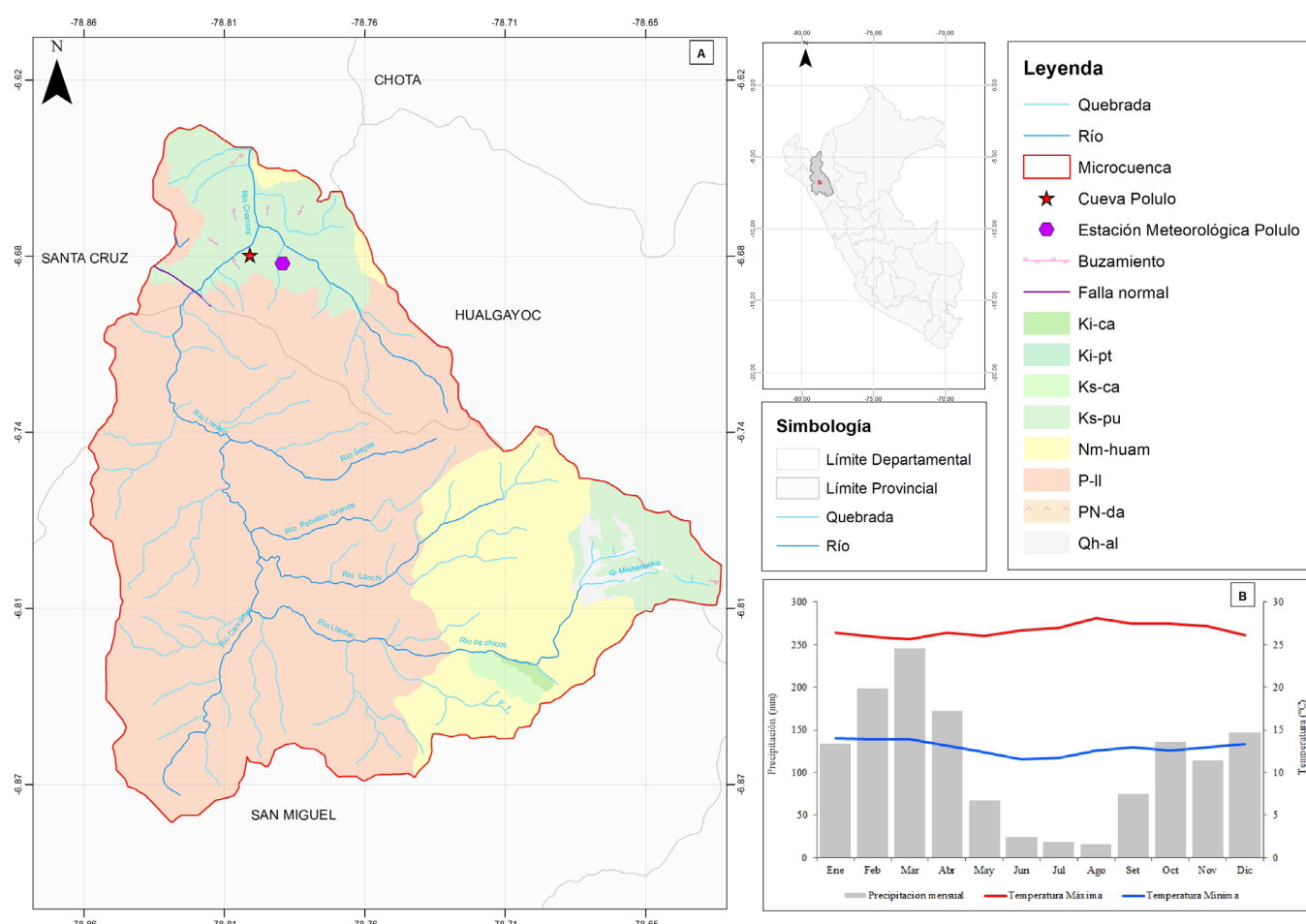


Figura 1. (Panel izquierdo) Localización del área de estudio en el contexto peruano. Se indican las formaciones litológicas que conforman la parte alta de la cuenca del río Chancay, la estación de monitoreo (el punto morado) y la cueva de Polulo (estrella roja). (Panel inferior derecho) Climatología de las precipitaciones (barras grises). Se incluyen las temperaturas máximas (línea roja) y mínimas (línea azul) para el área de estudio obtenidas de la estación de Chugur en el periodo 1964-2022.

metros de la cueva Polulo se instaló una estación de monitoreo (estación meteorológica Polulo-EMP, 6.683° S y 78.787° O) para el registro de variables ambientales (precipitación, temperatura y humedad relativa) y colecta de muestras de agua de lluvia para su análisis de isótopos estables correspondiente ($\delta^{18}\text{O}$ y $\delta^2\text{H}$). El registro de variables ambientales fue diario, con ausencia de datos de precipitación entre abril y noviembre de 2022 debido a problemas técnicos en los equipos. Por otro lado, la colecta de muestras de agua fue aproximadamente cada 15 días, entre abril de 2021 y febrero de 2023.

3. Resultados preliminares

La ausencia de registros de lluvia en la EMP (abril-noviembre de 2022) se complementó con el tratamiento de los datos de la estación meteorológica Chugur, ubicada a menos de 6 km. La lluvia anual en Polulo se encontró en el orden de 1 500 mm anuales, mostrando un régimen bimodal acorde con lo documentado para las precipitaciones en el norte peruano (Segura et al., 2020). Los dos picos de mayores registros se registraron en marzo y octubre (Figura 1b).

Por otro lado, se midieron las razones isotópicas de las muestras de agua de lluvia y goteo colectadas durante el periodo mayo de 2021 a noviembre de 2022, esto mediante su análisis en el espectrómetro Los Gatos Research (LGR), modelo 912 0008 de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM). La señal isotópica de ^{18}O en la lluvia ($\delta^{18}\text{O}_p$) mantuvo registros desde -2.55 ‰ hasta -15.15 ‰, con un valor promedio de -7.61 ‰ y desviación estándar (σ) de 3.14. La señal isotópica de deuterio en la lluvia ($\delta^2\text{H}_p$) varió desde -4.14 ‰ hasta -107.47 ‰, con un valor promedio de 47.14 ‰ y σ de 26.56. La señal isotópica de las muestras de goteo ($\delta^{18}\text{O}_g$ y $\delta^2\text{H}_g$) mostró una menor variabilidad en relación con los registros de precipitación, con un σ inferior a 0.60. El valor promedio de $\delta^{18}\text{O}_g$ fue -8.85 ‰ y de $\delta^2\text{H}_g$ fue de -60.26 ‰ (Figura 2a).

La relación lineal entre las señales isotópicas ($\delta^{18}\text{O}_p$, $\delta^2\text{H}_p$) obtenidas de la lluvia y el agua de goteo definen la LMWL ($\delta^2\text{H}_p = 8.42 \delta^{18}\text{O}_p + 16.95$ ‰), la cual presenta una configuración similar con respecto a la GMWL ($\delta^2\text{H}_p = 8.0 \delta^{18}\text{O}_p + 10$ ‰) (Figura 2b). Esto indica un comportamiento homogéneo y típico de aguas meteóricas sin impactos de evaporación, lo

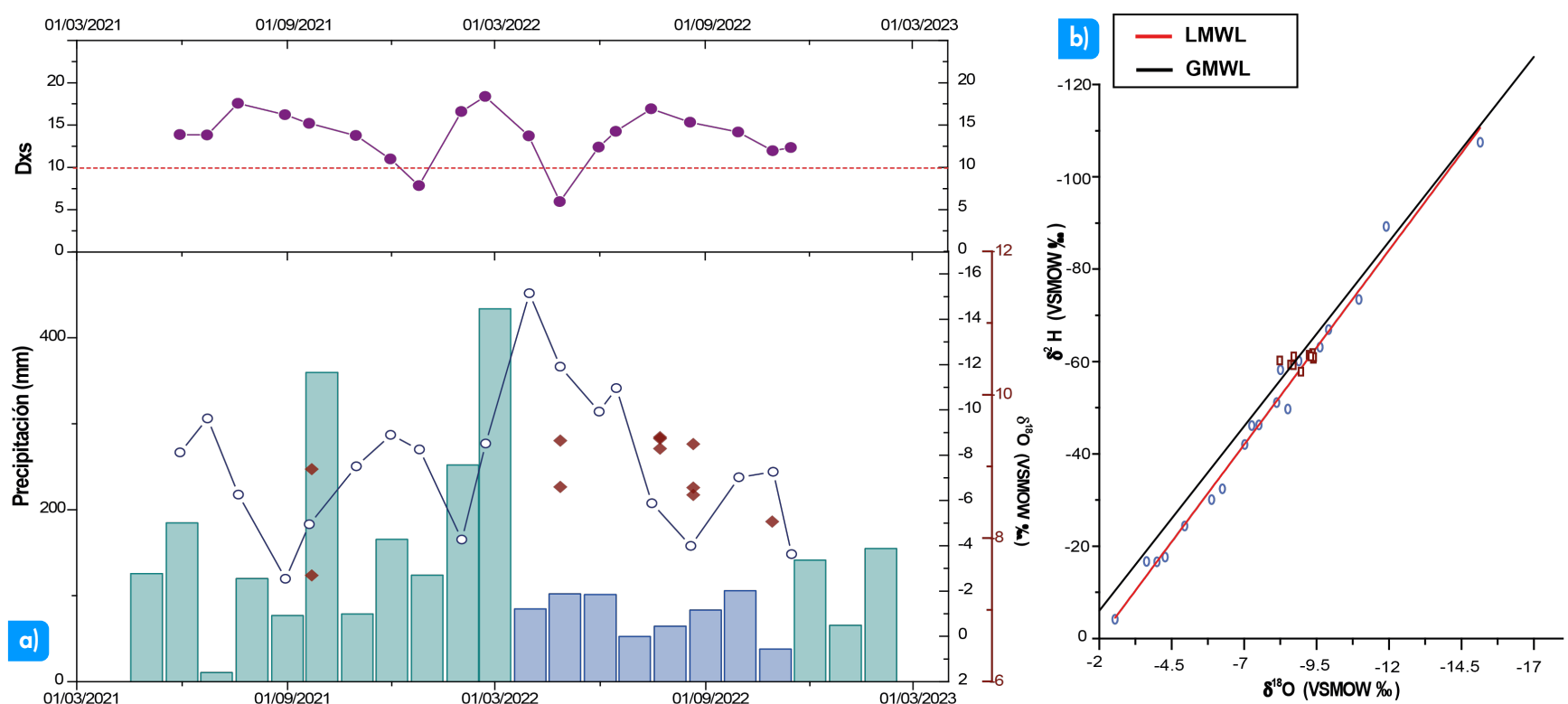


Figura 2. a) Variación temporal de la cantidad de precipitación (Dxs_p), $\delta^{18}\text{O}_p$ y $\delta^{18}\text{O}_g$ entre mayo de 2021 y febrero de 2023. Las barras representan la precipitación mensual; las sombreadas en color verde, los valores medidos en la EMP y, las sombreadas en azul, los registros reconstruidos con información de la estación meteorológica convencional Chugur. Los círculos blancos indican el $\delta^{18}\text{O}_p$; los cuadrados rojos, el $\delta^{18}\text{O}_g$ y, los círculos morados, la variación temporal de Dxs_p . La línea punteada representa el promedio global de Dxs_p (10 ‰). Es importante destacar que las escalas para $\delta^{18}\text{O}_p$ y $\delta^{18}\text{O}_g$ están invertidas. b) Comparación entre la GMWL y la LMWL. Los círculos blancos representan los valores de $\delta^{18}\text{O}_p$ y $\delta^2\text{H}_p$, mientras que los cuadrados rojos representan los valores $\delta^{18}\text{O}_g$ y $\delta^2\text{H}_g$, respectivamente.

cual es fundamental para su aplicación en estudios ambientales. No obstante, se percibe que la pendiente de LMWL muestra un valor ligeramente superior a la GMWL, asociado al exceso de deuterio determinado (16.95 ‰), siendo superior al valor teórico (10 ‰). Esto podría indicar fuentes de humedad de la región amazónica, la cual se caracteriza por procesos de reciclaje de humedad como se ha visto en el estudio de Ampuero et al. (2020) y Jiménez-Iñiguez et al. (2022).

A fin de evaluar las condiciones oceánicas y atmosféricas en el océano Pacífico ecuatorial en las señales isotópicas, se hicieron comparaciones entre las señales isotópicas de los índices E y C, determinadas por Takahashi et al. (2011), así como con el índice bimestral multivariado del ENSO (MEI, por sus siglas en inglés), las cuales se presentan en la Figura 3. Dichas comparaciones mostraron que existe una respuesta favorable al índice E y el MEI, lo que valida la utilidad de los isótopos para el estudio de las señales del ENSO en las lluvias de la región de Polulo.

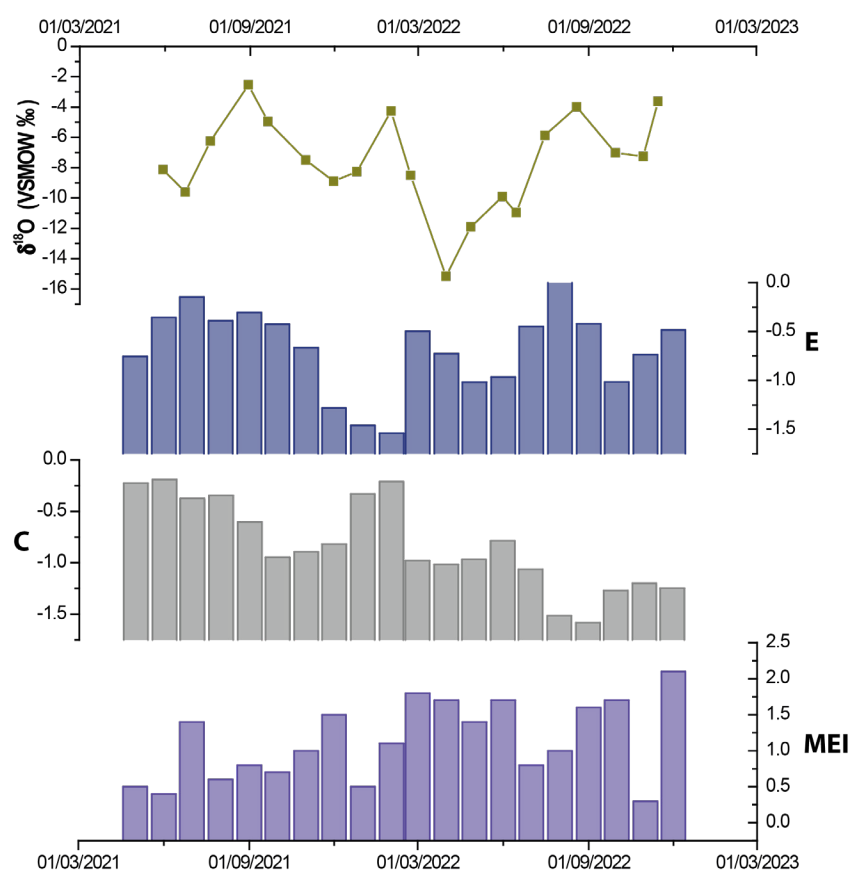


Figura 3. Variación temporal de la señal isotópica $\delta^{18}O_p$, el índice E, el índice C y el índice bimestral multivariado ENSO (MEI) durante el periodo de estudio (mayo de 2021-diciembre de 2022). Los índices E y C resumen la variabilidad asociada a El Niño y La Niña, y representan el calentamiento superficial anómalo en el Pacífico este y Pacífico central, respectivamente. El índice MEI representa una medida integral de la variabilidad del ENSO.

4. Comentarios

Los resultados muestran la caracterización de la señal isotópica de la región de Polulo, apreciándose una configuración similar entre los resultados de la LMWL y la GMWL, lo que señala un comportamiento característico de aguas meteóricas sin impactos de evaporación; además, una representatividad con los índices E y MEI empleados en el estudio del ENSO. Las comparaciones con ambos índices mostraron que el comportamiento de la señal isotópica $\delta^{18}O_p$ presenta una respuesta a condiciones relacionadas con El Niño, lo que resulta favorable para la comprensión de las condiciones ambientales de la zona de Polulo. Por lo tanto, se procederá a evaluar las series históricas y los parámetros hidrológicos en las muestras de goteo a fin de validar la reconstrucción paleoambiental con base en los espeleotemas colectados.

Este estudio forma parte del proyecto "Paleo ENSO y eventos climáticos extremos pasados: Generación de evidencias para la gestión de riesgo de desastre en el norte peruano" (Contrato n.º 124-2020 FONDECYT), el cual es ejecutado por el Instituto Geofísico del Perú (IGP) con el financiamiento del Fondo Nacional de Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación Tecnológica (FONDECYT).

Referencias

- Ampuero, A., Stríkis, N. M., Apaéstegui, J., Vuille, M., Novello, V. F., Espinoza, J. C., Cruz, F. W., Vonhof, H., Mayta, V. C., Martins, V. T. S., Cordeiro, R. C., Azevedo, V. & Sifeddine, A. (2020). The Forest Effects on the Isotopic Composition of Rainfall in the Northwestern Amazon Basin. *Journal of Geophysical Research-Atmosphere*, 125, e2019JD031445. <https://doi.org/10.1029/2019JD031445>.
- Comisión Multisectorial encargada del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño. (2017). *Informe Técnico Extraordinario N.º 001-2017 / ENFEN El Niño Costero 2017*. https://www.dhn.mil.pe/Archivos/Oceanografia/ENFEN/nota_tecnica/01-2017.pdf
- Garreaud, R.D. (2018). A plausible atmospheric trigger for the 2017 coastal El Niño. *International Journal of Climatology*, 38, e1296-e1302. <https://doi.org/10.1002/joc.5426>
- Garreaud, R., Vuille, M., & Clement, A. C. (2003). The climate of the Altiplano: Observed current conditions and mechanisms of past changes. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 194, 5-22. [https://doi.org/10.1016/S0031-0182\(03\)00269-4](https://doi.org/10.1016/S0031-0182(03)00269-4)

Jiménez-Iñiguez, A., Ampuero, A., Valencia, B. G., Mayta, V. C., Cruz, F. W., Vuille, M., Novello, V. F., Misailidis Stríkis, N., Aranda, N., & Conicelli, B. (2022). Stable isotope variability of precipitation and cave drip-water at Jumandy cave, western Amazon River basin (Ecuador). *Journal of Hydrology*, 610:127848. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2022.127848>

McPhaden, M., Santoso, A., & Cai, W. (2021). El Niño Southern Oscillation in a Changing Climate. *Wiley & Sons, Inc.*

Moquet, J. S., Crave, A., Da Cruz, F., Fabre, O., Guyot, J. L., Huaman, J., Morera, S., & Sifeddine, A. (2009). *Rapport de mission PE 63, prélèvements de spéléothèmes et échantillonnages d'eaux de petits bassins monolithologiques.*

Rodríguez-Morata, C., Díaz, H. F., Ballesteros-Canovas, J. A., Rohrer, M., & Stoffel, M. (2019). The anomalous 2017 coastal El Niño event in Peru. *Climate Dynamics*, 52(9-10), 5605-5622. <https://doi.org/10.1007/s00382-018-4466-y>

Segura, H., Espinoza, J.C., Lebel, T., Vuille, M. & Garreaud, R. (2020). Recent changes in the precipitation-driving processes over the southern tropical Andes/western Amazon. *Climate Dynamics*, 54 (5-6), 2613-2631. <https://doi.org/10.1007/s00382-020-05132-6>

Sulca, J., Vuille, M., Roundy, P., Takahashi, K., Espinoza, J. C., Silva, Y., Trasmonte, G., & Zubieta, R. (2018). Climatology of extreme cold events in the central Peruvian Andes during austral summer: origin, types and teleconnections. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 144 (717), 2693-2714. <https://doi.org/10.1002/qj.3398>

Takahashi, K., Montecinos, A., Goubanova, K. & Dewitte, B. (2011). ENSO regimes: Reinterpreting the canonical and Modoki El Niño. *Geophysical Research Letters*, 38(10), 1-5. <https://doi.org/10.1029/2011GL047364>

RESUMEN INFORME TÉCNICO

n.º PPR/EL NIÑO-IGP/2023-05

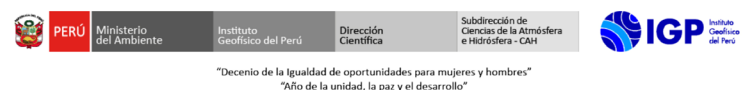
Para abril, según el valor de Índice Costero El Niño (ICEN), se presentó la condición climática cálida fuerte (2.19 °C). Los valores del ICEN temporal (ICEN-tmp) de mayo (2.51 °C) y junio (2.43 °C) coinciden en indicar condiciones cálidas fuertes. Por otro lado, en el Pacífico central, el valor del Índice Oceánico Niño (ONI, por sus siglas en inglés) de abril (0.14 °C) indica la condición neutra. Los valores temporales (ONI-tmp) de mayo (0.48 °C) y junio (0.91 °C) indican condiciones neutras y cálidas débiles, respectivamente. Según las observaciones, in situ y satelital, se siguen observando ondas de Kelvin cálidas. A la fecha, ya habría iniciado su arribo un nuevo paquete de ondas de Kelvin cálidas hacia la costa peruana. Asimismo, se observa la presencia de otro paquete de ondas de Kelvin cálidas que arribaría entre julio y agosto.

El promedio de las predicciones de los seis modelos climáticos de NMME —inicializados con la información de junio de 2023— para el Pacífico oriental indica condiciones de cálidas fuertes a cálidas débiles hasta abril de 2024. Por otro lado, para el Pacífico central, se esperarían condiciones cálidas desde débiles a moderadas entre junio a agosto, condiciones cálidas fuertes a condiciones cálidas moderadas para los meses de setiembre a abril.

Los resultados del modelo de Inteligencia Artificial del IGP pronostican un evento El Niño extremo (índice E superior a 1.5) para los siguientes meses, aunque no de la magnitud de El Niño 1997-1998. Esto estaría influenciado por el actual patrón espacial de la anomalía de la TSM frente a la costa peruana, así como del nivel del mar en el extremo occidental.

A pesar de los resultados de los modelos, en base a la información observada y actual, aún no es clara la presencia de un acoplamiento entre el océano y la atmósfera que pueda mantener el calentamiento hasta el verano de 2024.

El informe técnico completo se encuentra disponible en <https://bit.ly/InfTecnElNino2023-05IGP>



"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

PP 068 "Reducción de la Vulnerabilidad y Atención de Emergencia por Desastres"

Producto: "Estudios para la estimación de los riesgos de desastres"

Actividad: "Generación de información y monitoreo del Fenómeno El Niño"

Instituto Geofísico del Perú

INFORME TÉCNICO N° PpR/El Niño-IGP/2023-05

16/06/2023

Advertencia: El presente informe sirve como insumo para la Comisión Multisectorial encargada del Estudio Nacional del Fenómeno "El Niño" (ENFEN). El pronunciamiento colegiado de la comisión multisectorial del ENFEN es la información oficial definitiva. La presente información podrá ser utilizada bajo su propia responsabilidad.

Resumen

Para abril, según el valor de Índice Costero El Niño (ICEN), se presentó la condición climática cálida fuerte (2.19 °C). Los valores del ICEN temporal (ICEN-tmp) de mayo (2.51 °C) y junio (2.43 °C) coinciden en indicar condiciones cálidas fuertes. Por otro lado, en el Pacífico central, el valor del Índice Oceánico Niño (ONI, por sus siglas en inglés) de abril (0.14 °C) indica la condición neutra. Los valores temporales (ONI-tmp) de mayo (0.48 °C) y junio (0.91 °C) indican condiciones neutras y cálidas débiles, respectivamente. Según las observaciones, in situ y satelital, se siguen observando ondas de Kelvin cálidas. A la fecha, ya habría iniciado su arribo un nuevo paquete de ondas de Kelvin cálidas hacia la costa peruana. Asimismo, se observa la presencia de otro paquete de ondas de Kelvin cálidas que arribaría entre julio y agosto.

El promedio de las predicciones de los seis modelos climáticos de NMME —inicializados con la información de junio de 2023— para el Pacífico oriental indica condiciones de cálidas fuertes a cálidas débiles hasta abril de 2024. Por otro lado, para el Pacífico central, se esperarían condiciones cálidas desde débiles a moderadas entre junio a agosto, condiciones cálidas fuertes a condiciones cálidas moderadas para los meses de setiembre a abril.

Los resultados del modelo de Inteligencia Artificial del IGP pronostican un evento El Niño extremo (índice E superior a 1.5) para los siguientes meses, aunque no de la magnitud de El Niño 1997-1998. Esto estaría influenciado por el actual patrón espacial de la anomalía de la TSM frente a la costa peruana, así como del nivel del mar en el extremo occidental.

A pesar de los resultados de los modelos, en base a la información observada y actual, aún no es clara la presencia de un acoplamiento entre el océano y la atmósfera que pueda mantener el calentamiento hasta el verano de 2024.

www.igp.gob.pe
Calle Badoz N° 169
Urb. Mayrazgo IV Etapa
Ate, Lima 15012 - Perú.
(51) 13172200

Gobierno del Perú

BICENTENARIO
DEL PERÚ
2021 - 2024

Advertencia: El presente informe sirve como insumo para la Comisión Multisectorial encargada del Estudio Nacional del Fenómeno "El Niño" (ENFEN). El pronunciamiento colegiado de la comisión multisectorial del ENFEN es la información oficial definitiva. La presente información podrá ser utilizada bajo su propia responsabilidad.

COMUNICADO OFICIAL

ENFEN n.º 09-2023



ESTUDIO NACIONAL DEL
FENÓMENO "EL NIÑO"

COMISIÓN MULTISECTORIAL ENCARGADA
DEL ESTUDIO NACIONAL DEL FENÓMENO "EL NIÑO" – ENFEN
Decreto Supremo n.º 007-2017-PRODUCE

Estado del sistema de alerta: **Alerta de El Niño costero¹**

La Comisión Multisectorial del ENFEN mantiene el estado de "Alerta de El Niño Costero", ya que se espera que, en la región Niño 1+2 (que abarca la zona norte y centro del mar peruano, Figura 1), El Niño costero continúe hasta el verano de 2024, debido a la alta probabilidad del desarrollo de El Niño en el Pacífico central. La magnitud más probable para lo que resta del año iría de fuerte a moderada (Figura 2)²; en tanto que para el verano de 2024 las magnitudes estarían entre débil (38 %) y moderada (36 %).

Para la región del Pacífico central (región Niño 3.4, Figura 1), conforme al juicio experto del ENFEN, basado en los datos observados hasta la fecha, así como de los pronósticos de los modelos climáticos internacionales, El Niño se habría iniciado en junio y es más probable que tenga una magnitud débil durante el invierno, para luego pasar a una magnitud moderada en primavera (ver Figura 2). Por otro lado, para el verano de 2024, la magnitud más probable estaría entre débil (44 %) y moderada (38 %).

Para el trimestre julio-setiembre de 2023³, se prevé precipitaciones ligeramente sobre lo normal de forma localizada en la costa norte, así como temperaturas

del aire sobre lo normal a lo largo de la costa peruana. En el verano de 2024, asociado principalmente a las condiciones cálidas anómalas en el Pacífico oriental, es probable la ocurrencia de lluvias de moderada a fuerte intensidad, especialmente, en la costa norte y sierra norte.

En lo que resta de junio, en la zona norte del país, se esperan caudales ligeramente sobre lo normal, para luego disminuir a condiciones de normal a debajo de lo normal hacia octubre del presente año. Por otro lado, en las regiones hidrográficas del Pacífico centro, Amazonas y Titicaca, entre junio y octubre, se prevé predominantemente caudales entre "normal" a "debajo de lo normal"⁴.

En cuanto a los recursos pesqueros pelágicos, para los próximos meses, debido al calentamiento anómalo, se espera que la anchoveta mantenga una distribución más costera y más profunda respecto a lo normal, y que continúe presentando una baja actividad reproductiva. Por otro lado, se mantendría la disponibilidad y accesibilidad de los recursos caballa y bonito. Respecto a los recursos demersales, se espera que se mantenga una baja disponibilidad de la población de merluza, asociada a

¹ Alerta de El Niño costero: Según las condiciones recientes, usando criterio experto en forma colegiada, el Comité ENFEN considera que el evento El Niño costero ha iniciado y/o el valor del ICENTmp indica condiciones cálidas, y se espera que se consolide El Niño costero. Al inicio del texto del CO se indicará un rango de magnitudes tentativas y su posible duración, así como una indicación sobre los posibles impactos en la lluvia y temperaturas.

² La magnitud más probable del evento se interpreta tomando como referencia las probabilidades de la Figura 2.

³ Pronóstico estacional JAS 2023: <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/02262SENA-36.pdf>

⁴ Pronóstico hidrológico estacional junio 2023-octubre 2023: <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/02694SENA-34.pdf>

una mayor dispersión del recurso. Además, se espera que el calamar gigante, incremente o mantenga la magnitud de sus desembarques. Por último, se prevé la permanencia de especies de peces propias de aguas cálidas del norte en la región centro frente al litoral peruano.

Se recomienda a los tomadores de decisiones tener en cuenta los posibles escenarios de riesgo, de acuerdo con el pronóstico estacional vigente y las proyecciones para el verano de 2024, con la finalidad de que se adopten las acciones que correspondan para la reducción del riesgo y la preparación para la respuesta.

La Comisión Multisectorial del ENFEN continuará informando sobre la evolución de las condiciones oceánicas-atmosféricas y actualizando las perspectivas. El ENFEN emitirá su próximo comunicado oficial el 05 julio de 2023.

- Para mayor información, consultar el Informe Técnico Mensual en el siguiente enlace: <https://bit.ly/InfTecENFEN08-2023>
- Puede acceder a leer en comunicado en su totalidad a través del siguiente enlace: <https://bit.ly/comunicadoENFEN2023-009>

INSTITUCIONES MIEMBROS DEL ENFEN





-  @igp.peru
-  @igp_peru
-  @igp.peru
-  @igp_videos
-  @institutogeofisicodelperu
-  @igp.peru