



PERÚ

Ministerio
del Ambiente



BOLETÍN CIENTÍFICO
EL NIÑO

Vol. 11 n.º 08 agosto 2024

PROGRAMA PRESUPUESTAL n.º 068

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

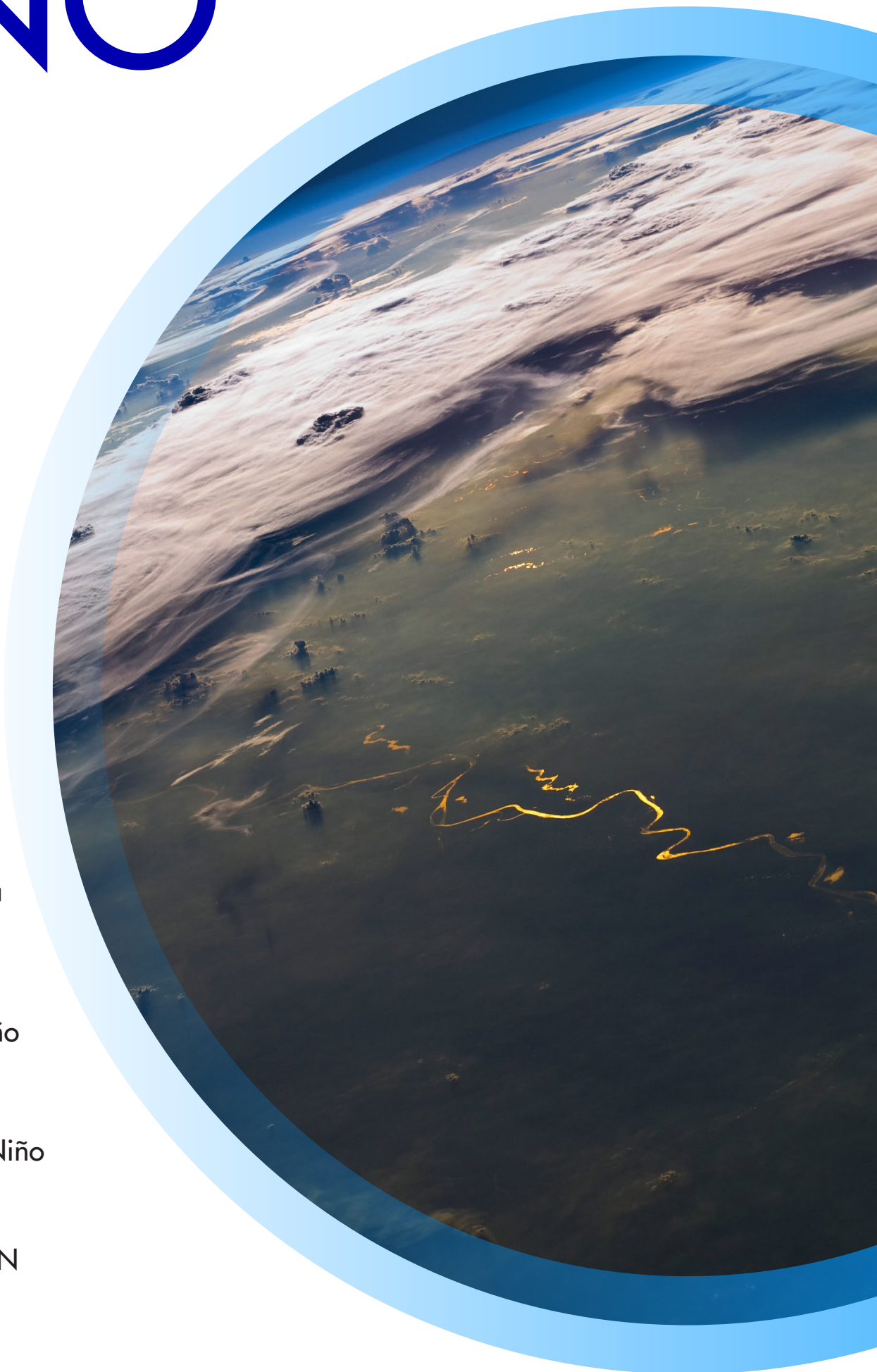
En este boletín

4 | Regionalización de la lluvia en la
pág. cuenca alta del río Madeira basada
en la variabilidad interanual

11 | Balance de calor en las regiones
pág. Niño 1+2 y Niño 3.4 durante El Niño
2023/2024

16 | Resumen del informe técnico de El Niño
pág.

17 | Resumen de los comunicados ENFEN
pág.



Créditos

Juan Castro Vargas
Ministro del Ambiente

Hernando Tavera
Presidente ejecutivo

Edmundo Norabuena Ortiz
Director científico

James Apaéstegui Campos
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: Vista satelital de la cuenca del río Madeira
Fuente: Nasa Johnson (Flickr)

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

** Los textos referidos a la contribución de cada investigación son aportes del equipo editorial del presente boletín*

Calle Badajoz 169 Mayorazgo, Ate, 15012

Teléfono: +51-1-3172300

Lima, enero de 2025

Puedes acceder a la colección completa de los [boletines científicos El Niño](#) escaneando el siguiente código QR.



Introducción

Los eventos El Niño y La Niña corresponden, a grandes rasgos, a situaciones en las que la temperatura de la superficie del mar está por encima o por debajo del promedio en el océano Pacífico ecuatorial. Estas fluctuaciones están fuertemente influenciadas por El Niño-Oscilación del Sur (ENOS), el cual es uno de los modos de variabilidad climática más importantes en el océano Pacífico que ejerce una gran influencia sobre el clima a nivel global y regional. La fase cálida de ENOS se puede denominar El Niño “global”.

En el Perú, los impactos de El Niño y La Niña son particularmente complejos debido a que recibimos influencias tanto costeras, asociadas a las fluctuaciones en el mar peruano en el Pacífico oriental, así como influencias remotas a través de teleconexiones atmosféricas desde el Pacífico central. En particular, El Niño en el Pacífico oriental o costero puede producir lluvias y altas temperaturas en la costa y alterar el ecosistema marino-costero, mientras que El Niño en el Pacífico central o global puede reducir las precipitaciones e incrementar la temperatura en los Andes y en la Amazonía. Por el contrario, La Niña tendría efectos aproximadamente opuestos. Así, El Niño en el Pacífico oriental es el que causa mayores impactos para el Perú, ya que tiene el potencial de provocar grandes daños a infraestructuras, actividades económicas y, más importante, la seguridad y bienestar de las personas, además de sus medios de vida.

El Perú, como parte de la estrategia de gestión pública para enfrentar los peligros naturales, especialmente respecto a El Niño, establece el Programa Presupuestal por Resultados (PPR) 068 “Reducción de vulnerabilidad y atención de emergencias por desastres”. A partir de 2014, el Instituto Geofísico del Perú (IGP), al igual que otras instituciones que conforman la Comisión Multisectorial encargada del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (ENFEN), participa en este PPR con el producto denominado “Estudios para la estimación del riesgo de desastres”. Este consiste en la entrega en forma oportuna de información científica sobre el monitoreo y pronóstico de este evento natural oceánico-atmosférico, mediante informes técnicos mensuales, que permita la toma de decisiones de las 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 modelos de pronóstico de El Niño generados internacionalmente, como es el caso de los modelos climáticos globales, así como de aquellos obtenidos a partir de modelos propios como el de predicción de ondas oceánicas ecuatoriales, y los recientemente desarrollados modelo de inteligencia artificial y modelo Sistema Tierra regional de pronóstico para el territorio peruano y el océano Pacífico (IGP RESM-COW v1). Asimismo, incluye el desarrollo de investigaciones y estudios científicos que permiten entender la variabilidad climática y los procesos asociados al cambio climático, a fin de fortalecer, en forma continua, las capacidades para el pronóstico de El Niño.

En esta línea, el IGP ha estructurado y desarrollado el Boletín Científico El Niño, un producto que contiene, en gran medida, los aportes científicos en el estudio y vigilancia de El Niño, así como La Niña y otros fenómenos relacionados. El Boletín, que se publica mensualmente desde 2014, cuenta con aportes nacionales e internacionales en diversos temas asociados a El Niño, sus impactos, procesos vinculados, temas asociados y otros igual de relevantes, artículos que se presentan en las secciones de “Divulgación Científica” y “Avances Científicos”. De igual forma, se comparte en el Boletín una versión resumida del informe técnico que el IGP elabora mensualmente para cumplir con los compromisos asumidos en el marco del PPR 068 (<https://repositorio.igp.gob.pe/handle/20.500.12816/5356>). Dicho informe contiene información actualizada operativamente que el IGP proporciona como insumo para que el ENFEN genere en forma colegiada la evaluación final que será entregada a los usuarios. Finalmente, el Boletín presenta los comunicados ENFEN publicados durante el periodo correspondiente.

El IGP busca consolidar al Boletín Científico El Niño como una publicación técnica-científica de referencia, tanto para la comunidad científica y académica, así como para instituciones y autoridades vinculadas a la gestión del riesgo de desastres ávidas de conocimientos e información actualizada sobre El Niño, sus impactos y procesos asociados.

Puede consultar la colección completa de Boletines Científicos El Niño en este enlace: <https://repositorio.igp.gob.pe/handle/20.500.12816/4974>

REGIONALIZACIÓN DE LA LLUVIA EN LA CUENCA ALTA DEL RÍO MADEIRA BASADA EN LA VARIABILIDAD INTERANUAL Y DECADAL

Jorge Molina-Carpio¹, Irma Ayes Rivera²,
Daniel Espinoza-Romero¹, Wilmar Loaiza Cerón³,
Jhan-Carlo Espinoza⁴, Josyane Ronchail⁵

¹ Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia

² Alliance Biodiversity-International Center of Tropical Agriculture, Tegucigalpa, Honduras

³ Universidad del Valle, Calí, Colombia

⁴ Université Grenoble Alpes, IRD, CNRS. Francia y Universidad Católica del Perú. Lima, Perú

⁵ Sorbonne Université, IRD, CNRS, MNHN, Paris, France



Jorge Molina es investigador y profesor de la Universidad Mayor de San Andrés, Instituto de Hidráulica e Hidrología, La Paz, Bolivia. Su investigación se centra en los procesos hidroclimáticos en los Andes y la Amazonía, y el impacto del cambio climático y del uso del suelo en los recursos hídricos.

Palabras clave: Variabilidad interanual, regionalización de precipitaciones, Madeira, cuenca amazónica

Citar como Molina-Carpio, J., Ayes, I., Espinoza, D., Loaiza, C., Espinoza, J-C., Ronchail, (2024). Regionalización de la lluvia en la cuenca alta del río Madeira basada en la variabilidad interanual y decadal. *Boletín científico El Niño*, Instituto Geofísico del Perú, vol. 11 n.º 08, págs. 4-10.

¿Cuál es la **contribución** de esta investigación para los tomadores de decisiones?*

Esta investigación representó las lluvias mensuales en la cuenca alta del río Madeira (Perú, Bolivia, Brasil) mediante la división de la misma en 10 regiones con comportamiento similar, así como la conexión entre estas y los patrones de lluvia y temperatura en los océanos Pacífico y Atlántico. Esto puede mejorar la capacidad de pronóstico y ayudar a los tomadores de decisiones para mejorar la gestión de los recursos hídricos y la planificación agrícola en dicha cuenca, y fortalecer las acciones de preparación ante sequías e inundaciones.

Resumen

El estudio de Molina-Carpio et al. (2023) tuvo como objetivo identificar regiones de lluvia homogéneas dentro de la cuenca alta del río Madeira (Bolivia, Perú y Brasil), que abarca 975.000 km² y tiene un rango de

elevación de 50 a 6450 m s. n. m. Para ello, se usaron series mensuales de 146 estaciones terrestres de los 3 países. Sin imponer restricciones espaciales, el análisis de Agrupamiento Jerárquico (AJ) y el Análisis de Componentes Principales (ACP) agruparon de manera óptima 146 estaciones (1980-2016) en 10 regiones

homogéneas distribuidas a lo largo de los Andes y la llanura amazónica. Luego, al aplicar el ACP a las series de lluvias estacionales y vincular los componentes principales con la temperatura de la superficie del mar e índices oceánicos, se obtuvo una perspectiva de los principales moduladores a gran escala de la variabilidad espacio-temporal de las lluvias en esta cuenca, en particular del rol de los océanos Pacífico tropical y Atlántico según la estación del año.

1. Introducción

La cuenca del Alto Madeira hasta Porto Velho ocupa la porción suroeste de la cuenca amazónica, extendiéndose sobre 975.000 km² con un rango de elevación de 50 a 6450 m s. n. m. (Figura 1c). Esta se caracteriza por poseer una gran diversidad climática, geomorfológica y biológica. Muy influenciada por los Andes, la cuenca del Alto Madeira presenta una compleja variabilidad espacio-temporal, con un rango de lluvias que va desde los 300 mm/año, en valles al oeste de la cordillera oriental, hasta 6000 mm/año en la región Andes-Amazonía (Molina-Carpio et al. 2017). La lluvia en esta cuenca es altamente dependiente del reciclaje de la vegetación amazónica (Satyamurty et al., 2013, Sorí et al., 2018) y de la interacción con los Andes (Ronchail y Gallaire, 2006; Espinoza Villar et al., 2009). Más del 50 % de la lluvia anual ocurre durante el verano austral, entre diciembre y marzo.

A diferencia de la mayor parte de la Amazonía, estudios previos no hallaron una relación significativa entre la lluvia sobre esta cuenca y la variabilidad de la temperatura del mar en el Pacífico ecuatorial (El Niño-Oscilación Sur, ENOS) durante el verano austral y a escala interanual. En cambio, sí se observaron relaciones negativas de la lluvia y el escurrimiento durante el invierno austral (junio-julio-agosto, JJA), con la temperatura del océano Atlántico norte tropical (TNA, por sus siglas en inglés). Existen muy pocos estudios sobre la variabilidad decadal o de escala mayor en la cuenca del Madeira (p. ej., Zanin & Satyamurthy, 2020), los cuales, en su mayor parte, la asocian con las variabilidades de baja frecuencia de los océanos Atlántico y Pacífico.

En nuestro conocimiento, ningún estudio previo ha intentado una regionalización en la cuenca del Alto Madeira que se haya basado en la variabilidad interanual y decenal de las lluvias, y con un enfoque

multiestacional. Por ello, y utilizando registros mensuales de 146 estaciones terrestres durante el período 1980-2016, se resumen en este artículo los resultados más resaltantes del estudio de Molina-Carpio et al. (2023, <https://doi.org/10.1002/joc.8211>), el cual tuvo como objetivos (1) definir regiones pluviométricas homogéneas mediante el uso de agrupamiento jerárquico y análisis de componentes principales (ACP) de series temporales mensuales, (2) investigar el valor de la regionalización para interpretar la variabilidad de las lluvias e (3) identificar los principales moduladores de la variabilidad espacio-temporal de las lluvias en esta cuenca.

2. Datos y métodos

Se recopiló una base de datos de 146 estaciones de los Servicios Nacionales de Meteorología e Hidrología de Perú y Bolivia, y de la Agencia Nacional de Aguas de Brasil, ubicadas dentro de la cuenca alta del río Madeira y en un radio de 50 km alrededor de la misma. Se estableció como criterio de selección que las estaciones tuvieran menos del 20 % de información faltante, con excepciones en regiones de baja densidad de estaciones (p. ej., Quincemil en Perú). La mayoría de las estaciones de los países andinos provienen del estudio DECADE (Data on Climate and Extreme Weather for the Central Andes, Hunziker et al., 2018), cuyos datos han pasado el respectivo control de calidad. Previo al análisis de agrupamiento, y con el propósito de remover la estacionalidad anual, cada serie fue transformada en anomalías estandarizadas mensuales.

La temperatura superficial del mar (SST, por sus siglas en inglés) provino de los datos de la versión 5 del Extended Reconstructed Sea Surface Temperature (ERSST, por sus siglas en inglés), con una resolución de 2° x 2°. Adicionalmente, se usaron los siguientes índices oceánicos: (1) N4 índice del Pacífico tropical central; (2) índices C y E de ENOS (Takahashi et al., 2011); (3) oscilación decadal del Pacífico; (4) oscilación multidecadal del Atlántico; (5) Atlántico tropical del sur; y (6) Atlántico tropical del norte.

Metodológicamente, se empleó el análisis de componentes principales (ACP) para eliminar el ruido antes del agrupamiento. El análisis de ACP fue aplicado a las series de anomalías mensuales, previamente evaluadas con la prueba de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) para determinar si el análisis factorial puede ser usado

en el conjunto de datos (Kaiser, 1970; Sheskin, 2007). Se utilizó el criterio de North (North et al., 1982) para determinar la separación apropiada entre componentes (CPs). Además, se calculó la distancia euclidiana para estimar la semejanza entre las observaciones, y se utilizó el método de varianza mínima de Ward para identificar la separación entre grupos. Finalmente, se utilizó el número de Silhouette (S) (Rousseeuw, 1987) para determinar el número óptimo de grupos homogéneos.

El análisis interanual de las lluvias se realizó para el año hidrológico (de septiembre a agosto) y a escala trimestral. Las series temporales de las regiones se calcularon promediando las anomalías estacionales estandarizadas de las estaciones que componen cada grupo, y luego se correlacionaron con índices oceánicos seleccionados para identificar algunos de los moduladores de esa variabilidad. Por ser un análisis exploratorio, únicamente se evaluaron las primeras 4 componentes de cada trimestre (aquí solamente mostramos la primera), las cuales fueron correlacionadas con las SST del Pacífico y Atlántico para identificar regiones de posible influencia. Por último, descompusimos las series de tiempo en el espacio tiempo-frecuencia a través del uso de ondeletas de Morlet (1983).

3. Resultados y discusión

Con un KMO de 0.90 se determinó la multicolinealidad entre las estaciones. El criterio de North indicó que existían 7 CPs independientes. Luego de probar entre conjuntos de CPs, observamos que las primeras 10 CPs proveen una buena solución en términos de regiones geográficas contiguas y homogéneas (Figura 1). Dado que la cuenca del Madeira se caracteriza por una gran variabilidad climática (Molina-Carpio et al., 2017), se probó el uso de más CPs, pero con resultados menos coherentes. La Figura 1a muestra las regiones identificadas y la Figura 1b el dendrograma correspondiente. Únicamente, se identificaron 3 regiones en la llanura amazónica: el grupo 5 alrededor de la ciudad de Santa Cruz, el grupo 6 en el norte y el grupo 7 en el centro-sur de la cuenca. Dos grupos (9 y 10) se identificaron como subandinos y 5 grupos (1-4 y 8) en los Andes.

El número de estaciones por cada región, con su respectivo número Silhouette (S) y lluvia promedio anual, se muestra en la Tabla 1. El número S refleja que las regiones 1, 3, 5 y 9 están mejor agrupadas que las regiones 7, 8 y 10. En la llanura solamente se identificaron 3 regiones, a pesar de que cubren un 77 % del área de estudio. Es posible que en la llanura

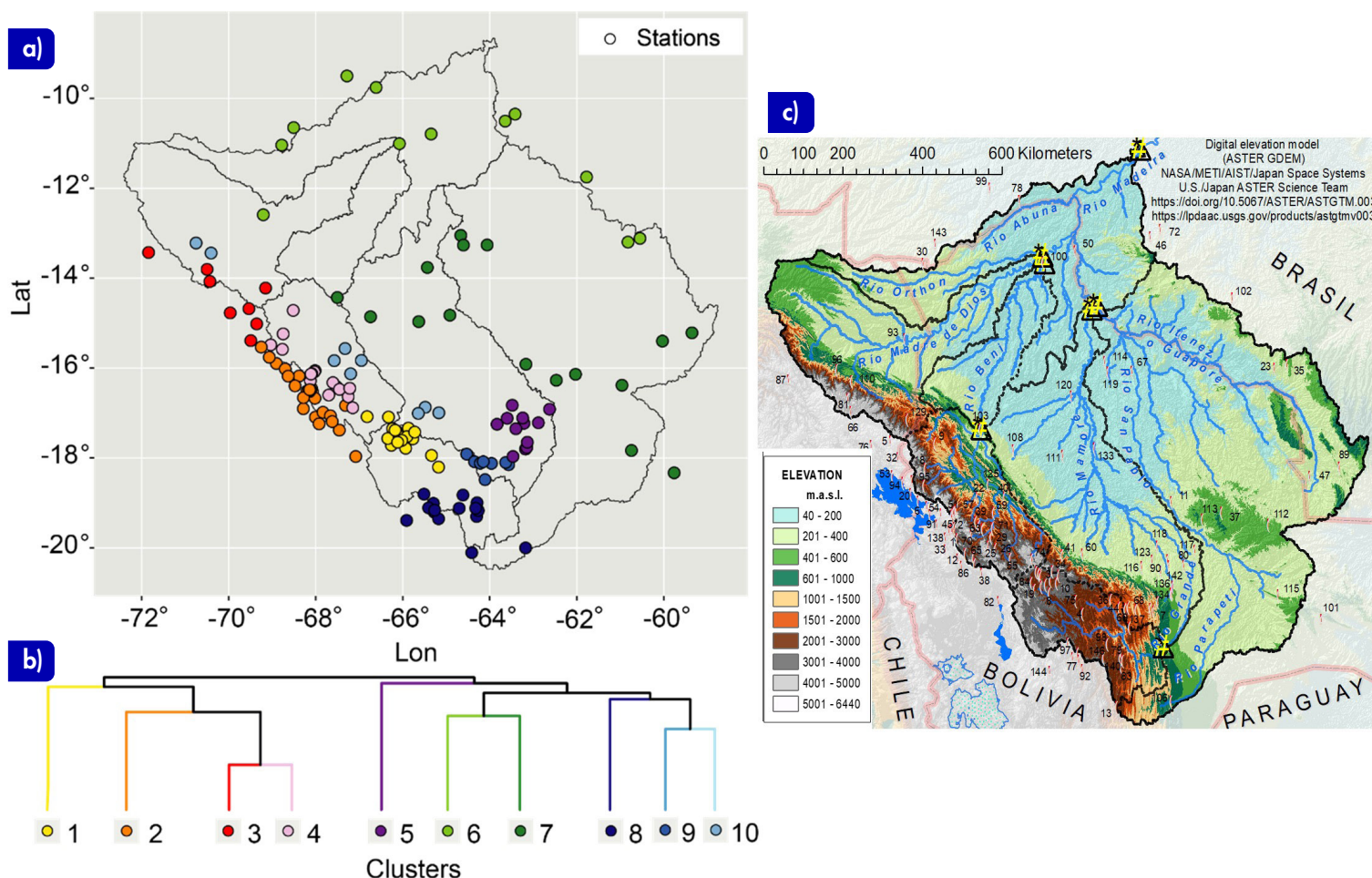


Figura 1. a) Mapa que muestra la distribución de las estaciones y su agrupamiento por colores, (b) dendrograma resultado del Análisis Jerárquico y (c) área de estudio (adaptada de <https://doi.org/10.1002/joc.8211>).

podieran existir más regiones; sin embargo, la baja densidad de estaciones no permitió identificarlas. Por otro lado, debido a su alta variabilidad y complejidad, la región 10, correspondiente al *hotspot* lluvioso del subandino, muestra un número S bajo. Estudios previos (Espinoza-Villar et al., 2009) identificaron para la cuenca alta del río Madeira 4 regiones en los Andes y 2 en la llanura, usando el Método del Vector Regional (MVR) en las series anuales de toda la cuenca del Amazonas. En cambio, 8 regiones fueron identificadas empleando el MVR en las estaciones de Bolivia (Molina-Carpio et al., 2017), en su mayor parte similares a las regiones en el presente estudio. Sin embargo el estudio de Molina-Carpio et al. (2017) no identificó la región 6 ni tampoco pudo diferenciar regiones a ambos lados de la cordillera, en las subcuencas de los ríos Beni y Madre de Dios.

Con relación al análisis exploratorio de las relaciones con los índices oceánicos, se identificaron relaciones interanuales negativas significativas con el Pacífico tropical (índices E y C) para las 5 regiones andinas durante la temporada húmeda (diciembre-enero-febrero; DJF, por sus siglas en inglés) y, en menor medida, en marzo-abril-mayo (MAM, Tabla 1). En la llanura, la variabilidad interanual está relacionada negativamente con el Atlántico tropical (norte y sur) en MAM, junio-julio-agosto (JJA) y septiembre-octubre-

noviembre (SON). Además, se encontraron relaciones positivas, relativamente nuevas, entre la variabilidad de las lluvias durante DJF en las regiones de Santa Cruz y las tierras bajas del norte con los índices del Pacífico tropical central y del Atlántico norte tropical, respectivamente.

El análisis de componentes principales (CPs) a escala trimestral (Figura 2) mostró que la primera componente (CP1) de DJF representa el 28 % de la varianza, con una disminución de la variabilidad interanual posterior después de 2003 (Figura 2a). La CP1 DJF muestra una correlación positiva pero débil con las estaciones andinas, siendo nula la correlación con estaciones de la llanura. El análisis de composiciones muestra que los valores positivos de CP1 durante DJF se relacionan con condiciones La Niña (Figura 2m), mientras que los valores negativos se relacionan con un calentamiento en la región Niño 1+2 y Niño 3. La CP1 MAM (32 % de la varianza) presenta una correspondencia espacial con las estaciones muy similar a la de DJF. Su variabilidad temporal está asociada con el enfriamiento del océano Pacífico y el océano Atlántico tropical norte para los valores positivos, y con el calentamiento de las mismas regiones oceánicas para los años con valores negativos. La CP1 JJA (31 % de la varianza) presenta una variabilidad decadal significativa en la

Tabla 1. Regiones homogéneas en la cuenca alta del río Madeira, así como sus valores anuales promedio de lluvia y la relación con índices oceánicos para los trimestres. El valor en paréntesis refleja una relación positiva (+) o negativa (-) (adaptada de <https://doi.org/10.1002/joc.8211>).

Región	Fisiografía	Número de estaciones	Silhouette S	Lluvia promedio (mm/año)	Desviación estándar (mm/año)	DJF	MAM	JJA	SON
1	Valle de Cochabamba	18	0.52	549	131	E(-)	C(-)	PDO	TNA(-)
2	Altiplano (este)	28	0.43	558	111	E(-)			
3	Andes (norte)	8	0.54	839	151	E(-)	AMO(-)	TNA(-) / AMO(-)	C(+)
4	Yungas de La Paz	19	0.38	1393	233	E(-)/C(-)	C(-)		
5	Planicie de Santa Cruz	13	0.60	1520	310	C(+)	TSA(-)	AMO(-) / TSA(-)	
6	Planicie (norte)	12	0.48	1892	316	TNA(+)/AMO(+)		C(+)/TNA(-)	AMO(-)
7	Planicie (centro-sur)	16	0.27	1513	300		AMO(-)	TSA(-)	TSA(-)
8	Andes (sur)	15	0.29	646	149	E(-)			E(+)
9	Valles mesotermales SC	8	0.63	789	146		C(-)		
10	Hotspot y subandino	9	0.31	3480	627			TSA(-)	TSA(-)

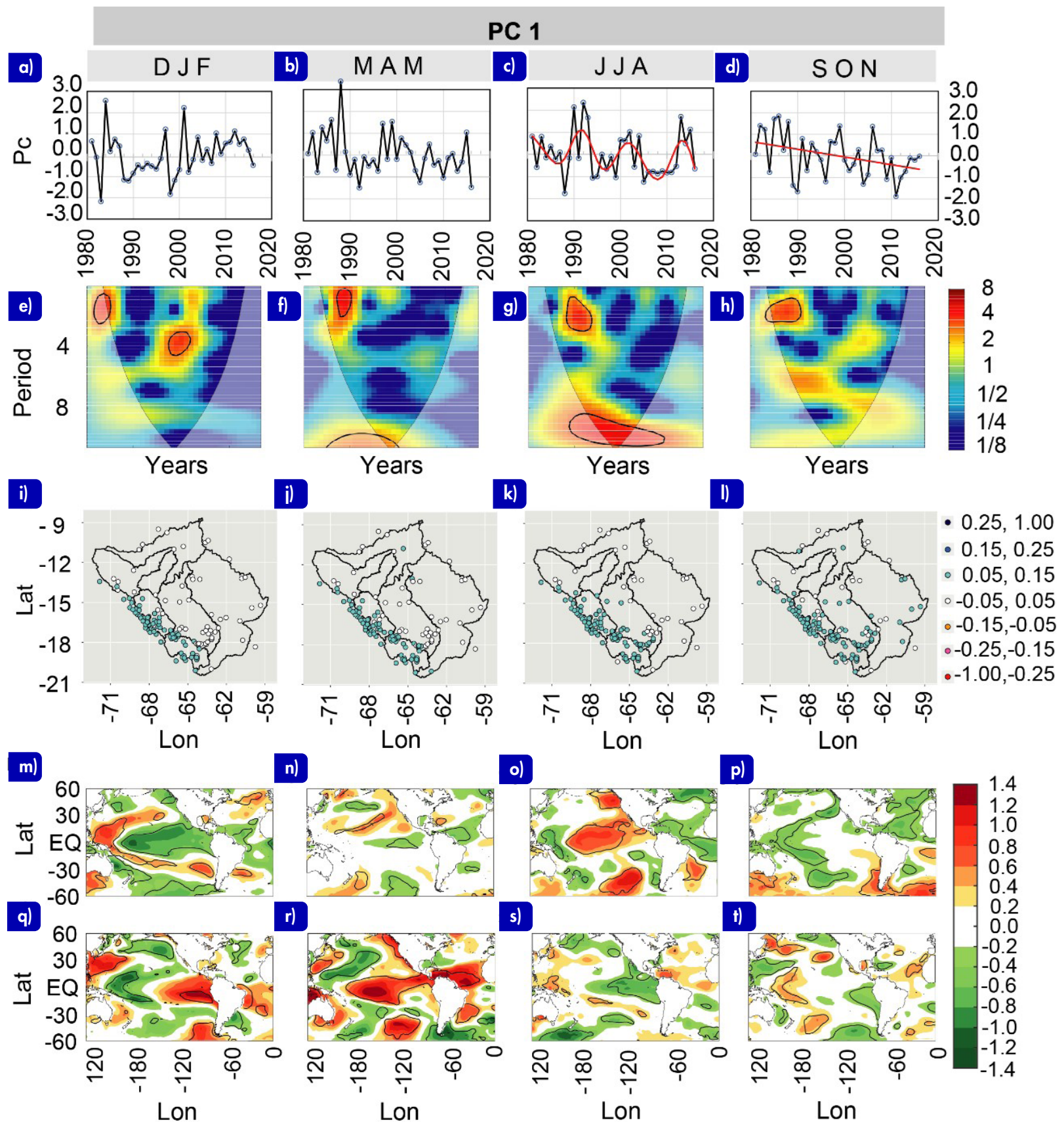


Figura 2. Series temporales trimestrales (a-d), transformada de ondeletas continua (CWT, por sus siglas en inglés) (e-h), relaciones espaciales de CP1 (i-l), análisis de composiciones de SST (en °C) por encima de 1 desviación (m-p) y por debajo de 1 desviación (q-t). Los contornos indican las regiones estadísticamente significativas en un 95 % de intervalo de confianza (<https://doi.org/10.1002/joc.8211>).

banda de 8-10 años (Figura 2g). En JJA, no solo las estaciones andinas muestran correlaciones positivas con la CP1, sino también estaciones subandinas y de llanura cercanas a los Andes (Figura 2k). Durante este trimestre, los años con anomalías positivas están asociados con condiciones cálidas en el Pacífico y enfriamiento del Atlántico tropical (Figuras 2o y 2s).

La CP1 SON (29 % de varianza) tiene como característica principal una tendencia negativa (Figura 2d; MK < 0.05). Debido a estos resultados

en JJA y SON, realizamos análisis adicionales. La Figura 3 muestra que existen relaciones negativas significativas entre los índices CP1-JJA, TNA-JJA ($r = -0,51$, $p < 0,05$) y TSA-JJA ($r = -0,61$, $p < 0,05$), de baja frecuencia y sin tendencia. CP1 JJA también tiene una correlación positiva significativa (no mostrada) con las periodicidades decenales de SST del Pacífico central. La serie CP1-SON tiene una correlación negativa significativa con el TNA suavizado ($r = -0,75$, $p < 0,05$) y una correlación positiva ($r = 0,80$, $p < 0,05$) con el índice PDO suavizado.

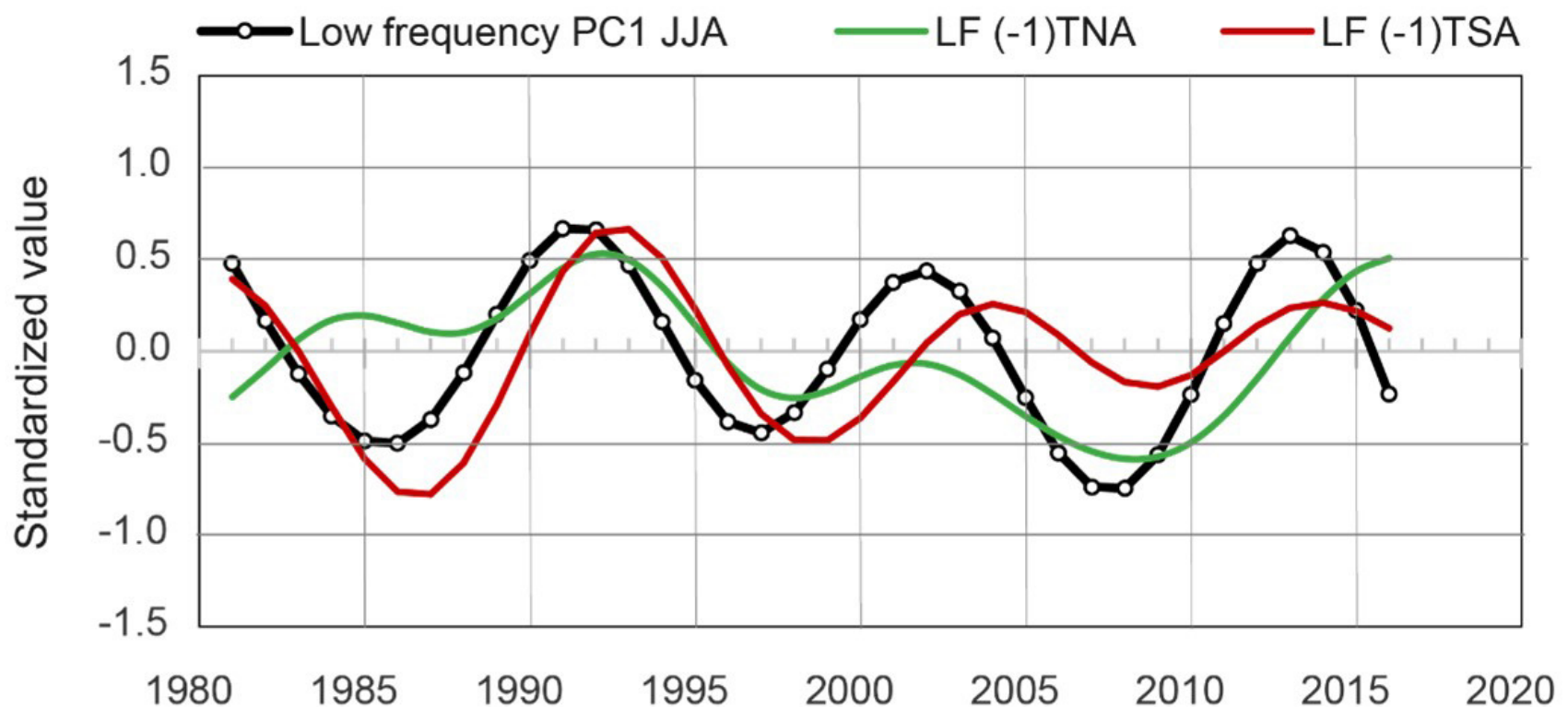


Figura 3. Valores estandarizados de periodicidades de baja frecuencia (>8 años) para la CP1-JJA (línea negra), (-1) TNA (línea verde) y (-1) TSA (línea roja) (adaptada de <https://doi.org/10.1002/joc.8211>).

4. Consideraciones finales y perspectivas

El uso de series de anomalías mensuales estandarizadas permitió identificar 10 regiones pluviométricas en la cuenca alta del río Madeira, con un nivel de consistencia espacial alto. A pesar de que un análisis más profundo de los mecanismos dinámicos asociados a la variabilidad pluviométrica en esta cuenca y los moduladores a distintas escalas estuvo fuera del alcance de este estudio, la regionalización aquí presentada, además de aportar al entendimiento de las relaciones océano-atmósfera con las lluvias en esta cuenca, puede también apoyar múltiples aplicaciones, por ejemplo, en el pronóstico estacional, una necesidad urgente para la región, donde las sequías e inundaciones parecen ser cada vez más frecuentes (Maillard et al., 2020). En un futuro próximo, también sería valiosa para proyectos de infraestructura, gestión de ecosistemas y recursos hídricos, y estudios sobre los impactos de los cambios globales y regionales. Las proyecciones hidrológicas y cambios de la relación atmósfera-biosfera, basadas en escenarios de cambio climático, podrían emplear esta regionalización para sus evaluaciones.

Se invita a los lectores a ver los resultados del análisis de la variabilidad decadal y las tendencias en el artículo publicado en Molina-Carpio et al. (2023).

Agradecimientos

J. M.-C. y D. E.-R. contaron con el apoyo de la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA; La Paz, Bolivia) en el marco del programa Hydrogéochimie du Bassin Amazonien (HYBAM). WLC contó con el apoyo de la Universidad del Valle (Cali, Colombia) y beca "CAPES/BRASIL" 88887.701371/2022-00 para el desarrollo de una investigación posdoctoral en el Programa de Posgrado en Clima y Medio Ambiente (CLIAMB, INPA/UEA). J-C E. ha contado con el apoyo del proyecto francés AMANECER-MOPGA financiado por ANR e IRD (ANR-18-MPGA-0008). Agradecemos al SENAMHI de Bolivia y Perú y a la ANA de Brasil por los datos meteorológicos.

Referencias

- Espinoza Villar, J. C., Ronchail, J., Guyot, J. L., Cochonneau, G., Naziano, F., Lavado, W., De Oliveira, E., Pombosa, R., & Vauchel, P. (2009) Spatio-temporal rainfall variability in the Amazon basin countries (Brazil, Peru, Bolivia, Colombia, and Ecuador). *International Journal of Climatology*, 29(11), 1574–1594. <https://doi.org/10.1002/joc.1791>
- Hunziker, S., Brönnimann, S., Calle, J., Moreno, I., Andrade, M., Ticona L., Huerta, A., & Lavado-Casimiro, W. (2018). Effects of undetected data quality issues on climatological analyses. *Climate of the Past*, 14(1): 1–20. <https://doi.org/10.5194/cp-14-1-2018>
- Kaiser, H. F. (1970). A second generation little jiffy. *Psychometrika*, 35(4): 401–415. <https://doi.org/10.1007/BF02291817>

Maillard, O., Vides-Almonacid, R., Flores-Valencia, M., Coronado, R., Vogt, P., Vicente-Serrano, S. M., Azurduy, H., Anívarro, R., & Cuellar, R. L. (2020). Relationship of Forest Cover Fragmentation and Drought with the Occurrence of Forest Fires in the Department of Santa Cruz, Bolivia. *Forests*, 11(9), 910. <https://doi.org/10.3390/f11090910>

Molina-Carpio, J., Espinoza, J. C., Vauchel, P., Ronchail, J., Gutierrez, Caloir, B., Guyot, J. L., & Noriega, L. (2017). Hydroclimatology of the Upper Madeira River basin: spatio-temporal variability and trends. *Hydrological Sciences Journal*, 62(6): 911–927. <https://doi.org/10.1080/02626667.2016.1267861>

Molina-Carpio, J., Rivera, I. A., Espinoza-Romero, D., Cerón, W. L., Espinoza, J. C., & Ronchail, J. (2023). Regionalization of rainfall in the upper Madeira basin based on interannual and decadal variability: A multi-seasonal approach. *International Journal of Climatology*, 43(14), 6402–6419.

Morlet, J. (1983). *Sampling Theory and Wave Propagation*. In: Chen, C.H. (eds). *Issues in Acoustic Signal – Image Processing and Recognition*. NATO ASI Series, vol 1. Springer, 233–261. https://doi.org/10.1007/978-3-642-82002-1_12

North, G. R., Bell, T. L., Cahalan, R. F., & Moeng, F. J. (1982). Sampling Errors in the Estimation of Empirical Orthogonal Functions. *Monthly Weather Review*, 110(7), 699–706. [https://doi.org/10.1175/1520-0493\(1982\)110<0699:SEITEO>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0493(1982)110<0699:SEITEO>2.0.CO;2)

Ronchail, J., & Gallaire R. (2006). ENSO and rainfall along the Zongo valley (Bolivia) from the Altiplano to the Amazon basin. *International Journal of Climatology*, 26(9): 1223–1236. <https://doi.org/10.1002/joc.1296>

Rousseeuw, P. J. (1987). Silhouettes: A graphical aid to the interpretation and validation of cluster analysis. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 20, 53–65. [https://doi.org/10.1016/0377-0427\(87\)90125-7](https://doi.org/10.1016/0377-0427(87)90125-7)

Satyamurty, P., da Costa, C. P. W. & Manzi, A. O. (2013). Moisture source for the Amazon Basin: a study of contrasting years. *Theoretical and Applied Climatology*, 111(1): 195–209. <https://doi.org/10.1007/s00704-012-0637-7>

Sheskin D. (2007). *Handbook of Parametric and Nonparametric Statistical Procedures* (Fourth Edition). Taylor & Francis.

Sorí, R., Marengo, J., Nieto, R., Drumond, A., & Gimeno, L. (2018). The atmospheric branch of the hydrological cycle over the Negro and Madeira River basins in the Amazon region. *Water*, 10(6), 738. <https://doi.org/10.3390/w10060738>

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

Zanin P.R. & Satyamurty P. (2020). Hydrological processes interconnecting the two largest watersheds of South America from multi-decadal to inter-annual time scales: A critical review. *International Journal of Climatology*, 40(9): 4006–4038. <https://doi.org/10.1002/joc.6442>

BALANCE DE CALOR EN LAS REGIONES NIÑO 1+2 Y NIÑO 3.4 DURANTE EL NIÑO 2023/2024

Jeremy Romero^{1,2}, Kobi Mosquera¹, Miguel Andrade¹, Jorge Quispe²

¹ Instituto Geofísico del Perú, Lima, Perú

² Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM)

Palabras clave: El Niño, capa de mezcla, advección, flujos de calor

Citar como Romero, J., Mosquera, K., Andrade, M. & Quispe, J. (2024). Balance de calor en las regiones Niño 1+2 y Niño 3.4 durante El Niño 2023/2024. *Boletín Científico El Niño*, Instituto Geofísico del Perú, vol. 11 n.º 08, págs. 11-15.

¿Cuál es la **contribución** de esta investigación para la comunidad académica?*

Los resultados iniciales de esta investigación indican que el calentamiento en el Pacífico central y oriental durante El Niño 2023/2024 fue impulsado principalmente por los cambios en los movimientos de masas de agua, lo cual enfatiza la necesidad de que la comunidad científica y académica incluya el monitoreo de las corrientes oceánicas y patrones de circulación para mejorar la predicción de futuros eventos El Niño.

Resumen

La siguiente investigación tiene como objetivo analizar los principales procesos físicos que contribuyeron al inicio y final del desarrollo del evento El Niño 2023/2024 en el Pacífico ecuatorial (2° S-2° N y 160° E-90° W). Para ello, se emplea un modelo simple de capa de mezcla de 50 metros de profundidad que considera la advección horizontal y vertical, así como el flujo de calor neto "entrante" a la superficie. La información usada para el modelo de capa de mezcla proviene de los datos del *reanalysis* Global Ocean Data Assimilation System (GODAS). Los resultados preliminares muestran una contribución significativa al aumento de temperatura de las componentes advectivas en el Pacífico central y oriental desde enero de 2023 hasta principios de 2024, mientras que el flujo neto de calor en el Pacífico oriental contribuyó

a un enfriamiento. No obstante, el residuo también tuvo una contribución importante, especialmente al final del evento, lo cual será analizado en estudios posteriores.

1. Introducción

El Niño es uno de los eventos climáticos más importantes a nivel mundial debido a su potencial impacto significativo en el clima global, los ecosistemas marinos y terrestres, así como en las economías de las regiones afectadas (Trenberth, 1997). Se sabe que, en el territorio peruano, el desarrollo de El Niño frente a la costa peruana (denominado Niño Costero; ENFEN, 2012) puede provocar lluvias intensas durante el verano e incluso durante la primavera, mientras que El Niño en el Pacífico central puede

producir un incremento (disminución) de lluvias a mediados (durante) de primavera (el verano) en la sierra centro y sur, así como en la Amazonía (Lagos et al., 2008; Lavado-Casimiro & Espinoza, 2011; Sulca et al., 2017).

Durante el periodo 2023-2024, se desarrolló nuevamente un evento El Niño que, según la información del Índice Costero El Niño (ICEN, http://met.igp.gob.pe/elnino/lista_eventos.html), se inició en febrero de 2023 y culminó en marzo de 2024. Entre finales del verano e inicios de la primavera de 2023, se desarrollaron lluvias intensas a lo largo de la costa peruana que provocaron desbordes de ríos, huaicos, etc. Asimismo, según los valores del Índice Oceánico Niño (ONI, por sus siglas en inglés, https://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ONI_v5.php), El Niño en el Pacífico central se inició en mayo de 2023 y se extendió hasta abril de 2024.

Este trabajo tiene como objetivo identificar, de manera preliminar, cuáles fueron los procesos físicos más relevantes durante el inicio y el final de El Niño 2023/2024 en las regiones Niño 1+2 (localizada frente a la costa norte y centro del Perú) y Niño 3.4 (ubicada en el Pacífico central). Para ello, se utilizará un modelo simple de capa de mezcla que emplea información oceánica proveniente de un *reanalysis* oceanográfico.

2. Datos y metodología

2.1 Reanalysis GODAS

GODAS (NCEP Global Ocean Data Assimilation System; Behringer, 2007) es un *reanalysis* oceánico que integra la información de un modelo oceánico con datos oceanográficos obtenidos de diversas fuentes, como boyas, satélites y buques de investigación. GODAS abarca un amplio rango geográfico, desde los 75° S hasta los 65° N, con una resolución inicial de 1° x 1°, que aumenta a 1/3° en la banda que va de 5° S a 5° N. Además, cuenta con 40 niveles verticales, con una resolución de 10 metros por encima de los 200 metros de profundidad. De este producto, basado en la versión 3 del modelo oceánico MOM (Modular Ocean Model), se usa la información de temperatura y corrientes, desde la superficie hasta los 50 metros de profundidad; además, el flujo de calor neto “entrante”

a la superficie. Se utilizó la información mensual desde enero de 2023 a mayo de 2024.

2.2 Modelo de capa de mezcla

Para determinar los procesos físicos involucrados en el evento El Niño 2023/2024 se utiliza un modelo simple de capa de mezcla de profundidad constante, en el cual se asume que la temperatura del mar es uniforme. Este tipo de modelo es de uso común para este tipo de investigaciones (Wang and McPhaden, 1999; Mosquera et al., 2013; entre otros). El modelo de capa de mezcla se puede expresar de la siguiente manera:

$$\left\langle \frac{\partial T_A}{\partial t} \right\rangle_h = - \langle V_A \cdot \nabla T_C \rangle_h - \langle V_C \cdot \nabla T_A \rangle_h - \langle V_A \cdot \nabla T_A \rangle_h + F_A + R \quad (1)$$

El término de la izquierda indica la tendencia de la anomalía de la temperatura potencial. Los primeros 3 términos de la derecha representan procesos advectivos, es decir, el transporte de calor a través del océano debido a su propio movimiento. F y R son el flujo de calor neto entrante a la superficie y el residuo (procesos físicos no representados en la ecuación), respectivamente. Los corchetes angulares indican que las variables están promediadas dentro de la capa de mezcla de profundidad h que, en este trabajo, es de 50 m. Los subíndices C y A indican si la variable es climatológica o anomalía, respectivamente. Finalmente, $V = (u, v, w)$, donde u , v , w son las velocidades zonal, meridional y vertical, respectivamente.

3. Resultados preliminares

La Figura 1 muestra, en colores, las tendencias para cada una de las componentes del modelo de capa de mezcla (ver ecuación 1) a lo largo de la franja ecuatorial (2° S-2° N) del Pacífico, entre 120° E y 80° W, mientras que en contornos se puede apreciar la anomalía de la temperatura del mar (ATM) promediada dentro de la capa de mezcla. Estas gráficas corresponden al periodo comprendido entre enero de 2023 a mayo de 2024, durante el cual se desarrolló el evento El Niño 2023/2024. A inicios de 2023, se observa una tendencia positiva de la ATM (Figura 1a) en casi toda la región ecuatorial, pero especialmente intensa en el extremo oriental,

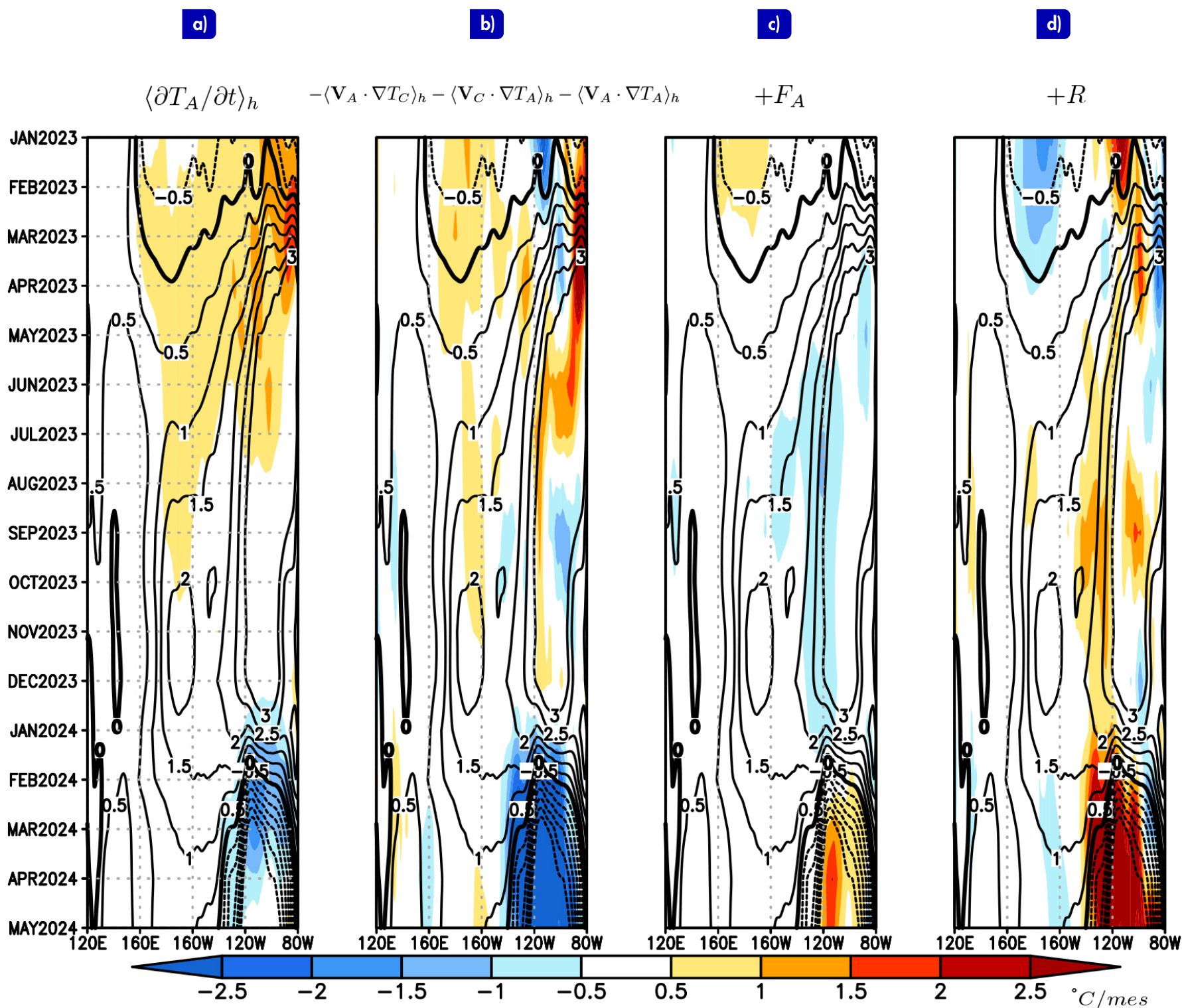
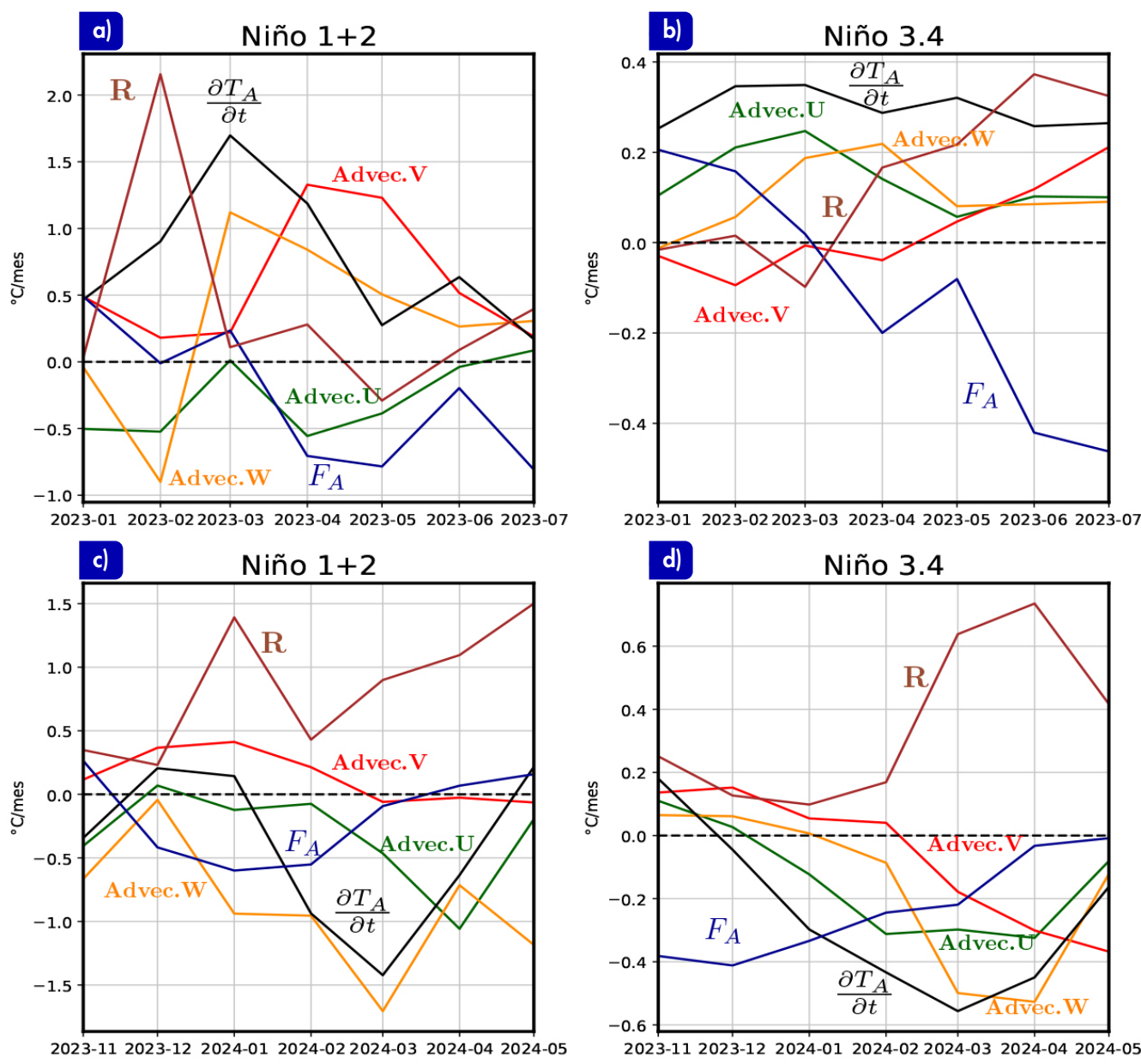


Figura 1. Diagramas Hovmöller que muestran, en colores, (a) la tendencia de la anomalía de la temperatura del mar, (b) los procesos advectivos, (c) los flujos entrantes en la superficie y (d) el residuo, todos dentro de la capa de mezcla ($h = 50$ m). En contornos, se muestra la anomalía de la temperatura del mar.

donde alcanzó valores de hasta $2 \text{ }^\circ\text{C/mes}$ entre febrero y marzo. La tendencia positiva se mantiene hasta mayo de 2023 en el extremo oriental y hasta octubre de 2023 en la zona central. Estas tendencias se traducen en incrementos de la ATM de hasta $3 \text{ }^\circ\text{C}$ ($2 \text{ }^\circ\text{C}$) en la zona oriental (en el Pacífico central), desde marzo hasta diciembre de 2024 (desde octubre y diciembre de 2023). A inicios de 2024, se observa una tendencia negativa en la zona oriental, lo que indica

una disminución muy rápida de la ATM en dicha región, lo cual no se observó en la zona del Pacífico central. Según la Figura 1b, en una primera aproximación, los procesos advectivos han jugado un rol importante en el inicio, desarrollo y fin de este evento, mientras que los flujos netos entrantes han compensado a los primeros (Figura 1c). En el residuo (Figura 1d) también se observa una contribución al calentamiento, pero es más importante al final del evento.



$$\begin{aligned}
 \text{Advec.U} &= -u_A \frac{\partial T_C}{\partial x} - u_C \frac{\partial T_A}{\partial x} - u_A \frac{\partial T_A}{\partial x} \\
 \text{Advec.V} &= -v_A \frac{\partial T_C}{\partial y} - v_C \frac{\partial T_A}{\partial y} - v_A \frac{\partial T_A}{\partial y} \\
 \text{Advec.W} &= -w_A \frac{\partial T_C}{\partial z} - w_C \frac{\partial T_A}{\partial z} - w_A \frac{\partial T_A}{\partial z} \\
 R &= \text{Residuo}
 \end{aligned}$$

Figura 2. Series de tiempo de las tendencias de los procesos advectivos zonales (Advec.U, líneas verdes), meridionales (Advec.V, líneas rojas) y verticales (Advec.W, líneas anaranjadas). Las líneas azul y marrón representan los flujos superficiales entrantes (FA) y el residuo (R), respectivamente. Los paneles superiores (inferiores) muestran las tendencias para el inicio (fin) del evento El Niño 2023/2024 para las regiones Niño 1+2 y Niño 3.4.

En la Figura 2 se muestran las series temporales en la región Niño 1+2 (0°-10° S y 90° W-80° W) y en la región Niño 3.4 (5° S-5° N y 170° W-120° W) de las diferentes componentes descritas en la ecuación 1 durante el inicio (paneles superiores, a y b) y el final (paneles inferiores, c y d) del evento El Niño 2023/2024. Las líneas representan la tendencia de la anomalía de la temperatura del mar (en negro), las componentes advectivas zonales (en verde), meridionales (en rojo) y verticales (en naranja), los flujos de calor (en azul) y el residuo (en marrón).

En la Figura 1a, en la región Niño 1+2, se observa el

incremento de la tendencia de la ATM hasta marzo, la cual decae luego hasta mayo para después incrementarse en junio y decaer nuevamente en julio. El aumento de la tendencia de la ATM durante este periodo (enero-febrero) fue amortiguado por la advección vertical y la advección zonal. La tendencia alcanzó su pico máximo en marzo, donde el principal contribuyente fue la advección vertical, aunque la advección meridional y los flujos también contribuyeron, pero en menor medida. A partir de marzo, fueron las advecciones meridionales y verticales las que mantuvieron la tendencia positiva; no obstante, el flujo de calor fue la principal

componente que comenzó a contrarrestar el aumento en la tendencia (liberación de calor) junto con la componente zonal, razón por la cual la tendencia comenzó a decaer. Para el final del evento (Figura 1c), durante el periodo de noviembre de 2023 a enero de 2024, la tendencia, que ya era negativa, comenzó a incrementarse ligeramente debido a la advección meridional y al residuo, principalmente; sin embargo, las demás componentes advectivas, junto con los flujos, provocaron la caída en la tendencia, siendo esta nuevamente negativa desde enero.

En la región Niño 3.4, la tendencia se mantuvo positiva durante todo el periodo. De enero a marzo de 2023, la principal componente que ayudó a mantener positiva la tendencia fue la advección zonal; sin embargo, la advección vertical también tuvo una contribución significativa junto a los flujos de calor. Por otro lado, la advección meridional y el residuo compensan en menor medida este aumento en la tendencia. Desde marzo en adelante, todas las advecciones, así como el residuo, mantuvieron positiva la tendencia, mientras que los flujos de calor fueron la principal componente en tratar de contrarrestar este aumento hasta finales del periodo analizado. Para el final de este periodo, durante noviembre de 2023 a febrero de 2024, las advecciones, junto con el residuo, contribuyeron en menor medida al aumento de tendencia; sin embargo, durante todo este periodo, fueron los flujos de calor los que jugaron un rol importante en la disminución de la tendencia, convirtiéndose en negativa a finales de noviembre de 2023 hasta el final de este periodo de análisis. Los flujos de calor tuvieron una gran contribución en la disminución de la tendencia hasta mediados de febrero, cuando la advección vertical y la advección zonal se convirtieron en las principales contribuyentes. Además, la advección meridional también tuvo una contribución, pero en menor medida, hasta finales del periodo de análisis, donde el residuo jugó un rol importante en contrarrestar esta disminución de la tendencia.

Estos resultados preliminares en la región Niño 1+2 coinciden con los encontrados por Peng et al. (2023), quien describe que el inicio del evento se habría debido a fuertes vientos del norte. Es posible que estos hayan contribuido a la advección meridional a inicios del evento; luego, la presencia de ondas de Kelvin de hundimiento, proyectadas sobre la costa, donde tendrían una componente meridional, podría haber sumado a esta advección. Asimismo, la

componente vertical Ekman *feedback* (no mostrada) jugó un rol importante en su desarrollo inicial, tal como también lo menciona Peng et al. (2023). Aunque el modelo reproduce relativamente bien la física de este evento, aún es necesario realizar ciertos ajustes y verificaciones con otros eventos El Niño y La Niña.

Referencias

- Behringer, D. W. (2007). *The Global Ocean Data Assimilation System (GODAS) at NCEP*. Preprints, 11th Symp. on Integrated Observing and Assimilation Systems for Atmosphere, Oceans, and Land Surface, San Antonio, TX. Amer. Meteor. Soc., 3.3. <https://ams.confex.com/ams/pdfpapers/119541.pdf>
- ENFEN (2012). *Definición operacional de los eventos El Niño y La Niña y sus magnitudes en la costa del Perú*. Nota Técnica del ENFEN. <https://enfen.imarpe.gob.pe/download/icen-nota-tecnica-definicion-operacional-de-los-eventos-el-nino-y-la-nina-y-sus-magnitudes-en-la-costa-del-peru/?wpdmdl=729&refresh=675346a8190c41733510824>
- Lagos, P., Silva, Y., Nickl, E. y Mosquera, K. (2008). El Niño-related precipitation variability in Perú. *Advances in Geosciences*, 14, 231-237. <https://doi.org/10.5194/adgeo-14-231-2008>
- Lavado-Casimiro, W. y Espinoza, J. C. (2014). Impactos de El Niño y La Niña en las lluvias del Perú (1965-2007). *Revista Brasileira de Meteorologia*, 29(2), 171-182.
- Mosquera-Vásquez, K., Dewitte, B., Illig, S., Takahashi, K. y Garric, G. (2013). The 2002/2003 El Niño Equatorial waves sequence and their impact on sea surface temperature, *J. Geophys. Res. Oceans*, 118, 346-357. <https://doi.org/10.1029/2012JC008551>
- Peng, Q., Xie, S.-P., Passalacqua, G. A., Miyamoto, A. y Deser, C. (2024). The 2023 extreme coastal El Niño: Atmospheric and air-sea coupling mechanisms. *Science Advances*, 10(12). <https://doi.org/10.1126/sciadv.adk8646>
- Sulca, J., Takahashi, K., Espinoza, J.C., Vuille, M. y Lavado-Casimiro, W. (2017). Impacts of different ENSO flavors and tropical Pacific convection variability (ITCZ, SPCZ) on austral summer rainfall in South America, with a focus on Peru. *Int. J. Climatol.*, 38(1). <https://doi.org/10.1002/joc.5185>
- Trenberth, K. E. (1997). The Definition of El Niño. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 78(12), 2771-2777. [https://doi.org/10.1175/1520-0477\(1997\)078<2771:TDOENO>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0477(1997)078<2771:TDOENO>2.0.CO;2)
- Wang, W. y McPhaden, M. J. (1999). The surface layer heat balance in the equatorial Pacific ocean. Part I: Mean seasonal cycle. *J. Phys. Oceanogr.*, 29(8), 1812-1831. [https://doi.org/10.1175/1520-0485\(1999\)029<1812:TSLHBI>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0485(1999)029<1812:TSLHBI>2.0.CO;2)

RESUMEN INFORME TÉCNICO

n.º PPR/EL NIÑO-IGP/2024-07

Publicado el 15 de agosto de 2024

En junio, según el valor del Índice Costero El Niño (ICEN), se mantiene la condición neutra (-0.86), la cual también se obtiene para el ICEN temporal (ICEN-tmp) de julio (-0.68) y agosto (-0.45). La mayoría de los pronósticos climáticos internacionales y nacionales indican un escenario de anomalías negativas de la TSM frente a la costa peruana hasta junio de 2025; sin embargo, estos valores se mantendrían en el rango neutral. Por lo pronto, no se configura un evento La Niña costera.

Se espera el arribo de ondas de Kelvin frías durante agosto y ondas de Kelvin cálidas débiles entre setiembre y octubre.

En el Pacífico central, el Índice Oceánico Niño (ONI, por sus siglas en inglés) de junio (0.17), así como valores del ONI temporal de julio (0.11) y agosto (-0.29), indica la condición neutral, pero con una tendencia negativa. El promedio de los pronósticos de los modelos climáticos, con condiciones iniciales de agosto, muestra que en setiembre se iniciaría un evento La Niña en el Pacífico central de magnitud débil, el que se extendería, por lo pronto, hasta febrero de 2025.

El informe técnico completo se encuentra disponible en <https://bit.ly/InfTecnElNino2024-07IGP>

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.



"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"
"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia,
y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"



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/2024-07

15/08/2024

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.

Resumen

En junio, según el valor del Índice Costero El Niño (ICEN), se mantiene la condición neutra (-0.86), la cual también se obtiene para el ICEN temporal (ICEN-tmp) de julio (-0.68) y agosto (-0.45). La mayoría de los pronósticos climáticos internacionales y nacionales indican un escenario de anomalías negativas de la TSM frente a la costa peruana hasta junio de 2025; sin embargo, estos valores se mantendrían en el rango neutral. Por lo pronto, no se configura un evento La Niña costera.

Se espera el arribo de ondas de Kelvin frías durante agosto y ondas de Kelvin cálidas débiles entre setiembre y octubre.

En el Pacífico central, el Índice Oceánico Niño (ONI, por sus siglas en inglés) de junio (0.17), así como valores del ONI temporal de julio (0.11) y agosto (-0.29), indica la condición neutral, pero con una tendencia negativa. El promedio de los pronósticos de los modelos climáticos, con condiciones iniciales de agosto, muestra que en setiembre se iniciaría un evento La Niña en el Pacífico central de magnitud débil, el que se extendería, por lo pronto, hasta febrero de 2025.

www.igp.gob.pe
Calle Badajoz N° 169
Ub. Mayorazgo IV Etapa
Ate. Lima 15012 - Perú.
(51) 13172300



COMUNICADO OFICIAL

ENFEN n.º 11-2024



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: No activo

Publicado el 16 de agosto de 2024

La Comisión Multisectorial del ENFEN mantiene el "Estado del sistema de alerta" de "No Activo"¹, ya que, si bien se presentan actualmente anomalías negativas de la temperatura superficial del mar en la región Niño 1+2 (Figura 1), estas continuarían dentro del rango neutral en los próximos meses.

Conforme al juicio experto del ENFEN, basado en los datos observados, los pronósticos de los modelos climáticos nacionales e internacionales incluyendo sus respectivas incertidumbres, en el Pacífico central (región Niño 3.4, Figura 1) es más probable el desarrollo de condiciones de La Niña débil entre septiembre de 2024 y el verano 2024-2025 (Figura 2, Tabla 2). Por otro lado, en la región Niño 1+2 es más probable el predominio de la condición neutra hasta fines del verano 2024-2025 (Figura 2, Tabla 1).

El pronóstico estacional para agosto-octubre de 2024² indica valores de temperaturas del aire de normal a inferiores a lo normal en la costa peruana. Asimismo,

se mantienen las perspectivas de lluvias por debajo del promedio hasta la primavera, principalmente, en la región andina central y sur.

Según el pronóstico hidrológico³, entre agosto y octubre, en la Región Hidrográfica del Pacífico se prevé que predominen caudales debajo de lo normal en la zona norte, y condiciones normales a debajo de lo normal en la zona centro y sur. Por otro lado, en la Región Hidrográfica del Titicaca se prevé caudales por debajo del promedio.

En cuanto a los recursos pesqueros, en las siguientes semanas, se espera que la anchoveta continúe intensificando su actividad reproductiva y que la disponibilidad del jurel persista principalmente en la región sur. En cuanto a la merluza, se espera que su disponibilidad para la flota artesanal e industrial se mantenga en niveles similares a los observados durante el periodo que va de junio a la primera quincena de agosto. Asimismo, se espera que el

¹No activo: De acuerdo al sistema de alerta, esta condición corresponde a condiciones neutras o cuando la Comisión ENFEN espera que El Niño o La Niña costeros están próximos a finalizar.

²Perspectivas climáticas, agosto-octubre de 2024: <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/02262SENA-49.pdf>

³Pronóstico hidrológico a nivel nacional, agosto-diciembre de 2024: <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/02694SENA-48.pdf>

calamar gigante o pota mantenga su disponibilidad a la pesquería, especialmente, frente a la costa norte-centro.

Se recomienda a los tomadores de decisiones y población en general tener en cuenta los escenarios de riesgo basados tanto en los pronósticos estacionales como en la posible presencia de La Niña débil en el Pacífico central en relación al inicio de la temporada lluviosa en la primavera de 2024. Esto con la finalidad que se adopten las acciones que correspondan para la preparación y reducción del riesgo de desastres.

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 viernes 13 de setiembre de 2024.

- Para mayor información, consultar el Informe Técnico Mensual en el siguiente enlace: <https://bit.ly/InfTecENFEN11-2024>
- Puede acceder a leer en comunicado en su totalidad a través del siguiente enlace: <https://bit.ly/comunicadoENFEN11-2024>

INSTITUCIONES MIEMBROS DEL ENFEN





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