



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

Instituto  
Geofísico del Perú - IGP

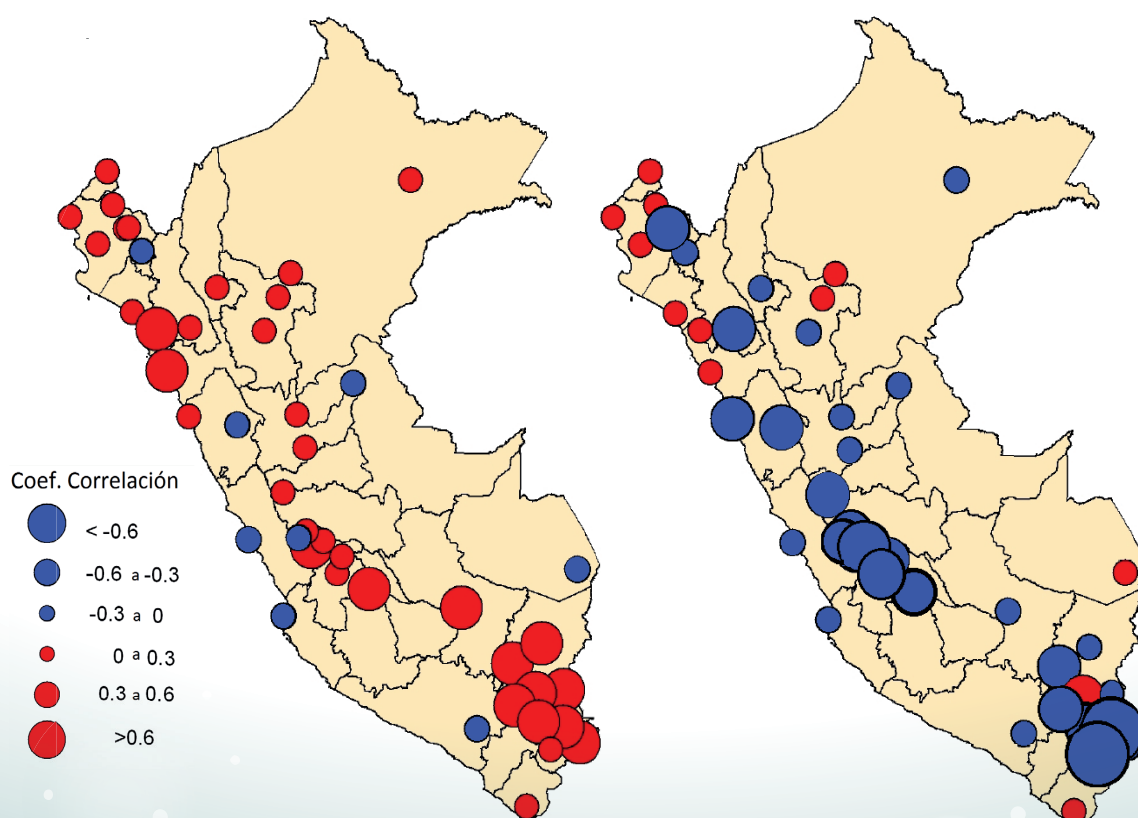


Programa Presupuestal por Resultados N° 068: "Reducción de vulnerabilidad y atención de emergencias por desastres" Producto: "Entidades informadas en forma permanente y con pronósticos frente al Fenómeno El Niño"

## "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño"

Boletín Técnico

### Correlación entre las lluvias y la TSM en el Pacífico occidental (Niño 4) para los meses de noviembre y febrero



# Artículo de Divulgación Científica

## La estacionalidad del impacto de El Niño en las lluvias en el Perú

### Introducción

Las lluvias en el Perú están caracterizadas por una fuerte estacionalidad, principalmente en las zonas andinas, donde estas inician en el mes de setiembre y aumentan paulatinamente hasta alcanzar los valores máximos en los meses de verano (enero-marzo) para descender bruscamente en el mes de abril (IGP, 2005; Lagos et al., 2008; Silva et al., 2008). Los meses de mayo-agosto son meses de escasas lluvias y en algunas zonas no se presentan precipitaciones. Por otro lado, la costa peruana se caracteriza por ser muy seca durante todo el año, a excepción de Tumbes que presenta lluvias en los meses de verano. Sin embargo, durante años El Niño las precipitaciones pueden ser extremas en esta región, mientras que en la selva peruana llueve todo el año, pero siempre más intenso en los meses de verano (Woodman, 1999; Takahashi, 2004; Lagos et al., 2008; Lavado and Espinoza, 2014; Woodman y Takahashi, 2014).

Es ampliamente conocido, que el calentamiento de la superficie del mar frente a la costa norte del Perú (región Niño 1+2) produce precipitaciones extremas en esta región del país (Woodman, 1999; Takahashi, 2004), así como el calentamiento del mar en el Pacífico Ecuatorial Central (por ej., en la región Niño 3.4) inhibe las precipitaciones en la sierra central y sur del Perú (Lagos et al., 2008). Sin embargo es poco discutido el hecho de que el impacto de El Niño/ La Niña en las lluvias en Perú tiene una importante estacionalidad, es decir el impacto en las lluvias dependerá de la estación del año en que ocurra el calentamiento o enfriamiento en el mar. Es por ello, que en el presente documento se hace un breve resumen del impacto de la variabilidad de la temperatura superficial del mar (TSM) en las lluvias en Perú durante el inicio de la temporada de lluvias, (octubre-diciembre) y el pico de la estación de lluvias (enero-marzo), según las estadísticas basadas en datos de estaciones pluviométricas.



Ph. D. Yamina Silva Vidal  
Investigadora Científica del  
Instituto Geofísico del Perú

*Ph.D. en Física y Matemática, M. Sc. en Ingeniería e Ingeniera Meteoróloga por el Instituto Estatal de Hidrometeorología de Rusia, San Petersburgo, Rusia. Actualmente es Investigadora Científica en el Instituto Geofísico del Perú (IGP), y se desempeña en el área de Investigación en Variabilidad y Cambio Climático como especialista en clima y microfísica atmosférica en los Andes. Desde el año 2003, su trabajo está concentrado principalmente en estudiar la variabilidad del clima en diferentes escalas de tiempo, desde la variabilidad estacional, intraestacional, interanual, decadal y cambio climático. La zona donde ha desarrollado sus principales estudios y publicaciones es los Andes peruanos. Su interés radica principalmente en entender las causas y origen de las variaciones en el clima del Perú. Además, desde el año 2001 se desempeña como docente en la Sección de Geografía y Medio Ambiente de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP) y es miembro del Instituto de Ciencias de la Tierra, Naturaleza y Energías Renovables (INTE) de la PUCP.*

## El Niño y las precipitaciones en el Perú

La relación entre las variaciones de la TSM y las lluvias en el Perú registradas en las estaciones de CORPAC fue analizada por Lagos et al. (2008) mediante la correlación lineal de estas últimas con los índices El Niño en las regiones Niño 1+2, Niño 3, Niño 3.4 y Niño 4. Los resultados indicaron que la relación entre la TSM y las lluvias en el Perú presentan alta variabilidad temporal, a lo largo del año, así como espacial, debido a la compleja geografía del territorio peruano, en la que se identifican claramente tres subregiones: costa norte, sierra central y sierra sur. Las correlaciones más altas se obtienen principalmente en los meses de verano. La fracción de la variabilidad (varianza) interanual de las lluvias explicada por El Niño/La Niña para la costa norte (Tumbes) alcanza hasta alrededor de 80%, mientras que en la sierra, en el mejor de los casos, es apenas del orden del 36%. Similarmente, Lavado y Espinoza (2014), utilizando el Índice de Oscilación del Sur (IOS), encuentran una señal del El Niño/La Niña sólo en la costa norte y la vertiente del Titicaca (sierra sur). Estos autores también utilizaron otros índices oceánicos, el índice C que describe la variabilidad del Pacífico Ecuatorial Central y el índice E

# La estacionalidad del impacto de El Niño en las lluvias en el Perú

Silva Y.

para el Pacífico Ecuatorial Oriental (Takahashi et al., 2011), que en principio separan mejor los efectos de las diferentes regiones del Pacífico, pero limitan el análisis al acumulado anual de precipitaciones. Sin embargo, sus resultados fueron consistentes con los de Lagos et al. (2008), que se describirán a continuación.

## Precipitaciones en el inicio de la temporada

Para el mes de octubre, las correlaciones entre la TSM en las tres regiones El Niño y las lluvias en el Perú no muestran valores significativos. Similarmente se ha encontrado para la cuenca del Mantaro: no hay relación entre El Niño y las lluvias durante el inicio de la temporada, es decir los meses de octubre a diciembre (Silva et al., 2008). Si se considera solo los años cálidos (El Niño) no hay correlación, sin embargo para los años fríos (La Niña) existe una ligera correlación inversa para

Cajamarca y Huaraz (Lagos et al., 2008).

Como se mencionó líneas arriba, en noviembre resalta la correlación positiva tanto en la costa norte como en la sierra central y sur. Aunque los valores de la correlación no son significativos, es importante resaltar el patrón: calentamiento/enfriamiento en el Pacífico Oriental (región Niño 1+2) se asocia a más/menos precipitaciones en la costa norte; calentamiento/enfriamiento en el Pacífico Occidental (región Niño 4) se asocia a más/menos precipitaciones en la sierra sur (Altiplano), como se puede apreciar en la Figura 1. En este mes, al igual que para octubre, las correlaciones son significativas en la sierra y selva norte, si se consideran solo los años fríos (Lagos et al., 2008). Para el mes de diciembre, ya entrando el verano, las correlaciones (directas) entre la TSM de la región Niño 1+2 y las lluvias en la costa y sierra norte se hacen más significativas.

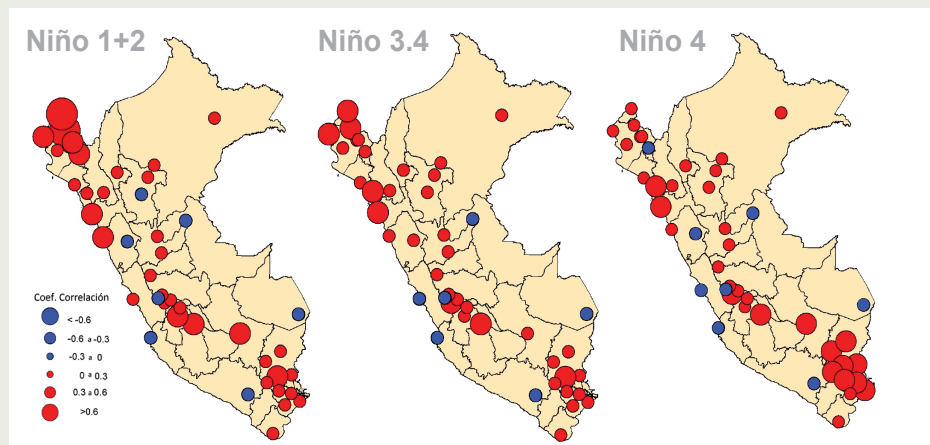


Figura 1. Correlación entre las lluvias y la TSM en la región del Pacífico Oriental (Niño 1+2), Central (Niño 3.4) y Occidental (Niño 4) para el mes de noviembre. Adaptado de Lagos et al. (2008).

## Precipitaciones en el pico de la temporada

Los meses de verano, que son el pico de las lluvias en todo el Perú, presentan una correlación positiva entre la TSM de la región Niño 1+2 y las lluvias en la costa norte, siendo esta más significativa en el mes de febrero (ver Woodman y Takahashi, 2014). Sin embargo, la correlación es menor cuando se considera la región Niño 3.4 y casi nula en el caso de la región Niño 4. Por otro lado, para la sierra central y sur, la correlación es inversa y se hace más significativa a medida que se consideran el Pacífico Central y Occidental, esto ocurre principalmente en febrero (Figura 2).

Lagos et al. (2008) concluye que el patrón para el verano, principalmente en febrero, es el siguiente: un calentamiento en el Pacífico Oriental (región Niño 1+2) genera precipitaciones en la costa norte de Perú; un calentamiento en el Pacífico Central y Occidental, principalmente este último, genera déficit de presiones en la sierra central y sur, tal como indican las correlaciones negativas en la Figura 2.

Para el mes de marzo, las correlaciones disminuyen ligeramente en magnitud, manteniendo el mismo patrón que febrero, pero con valores inferiores.

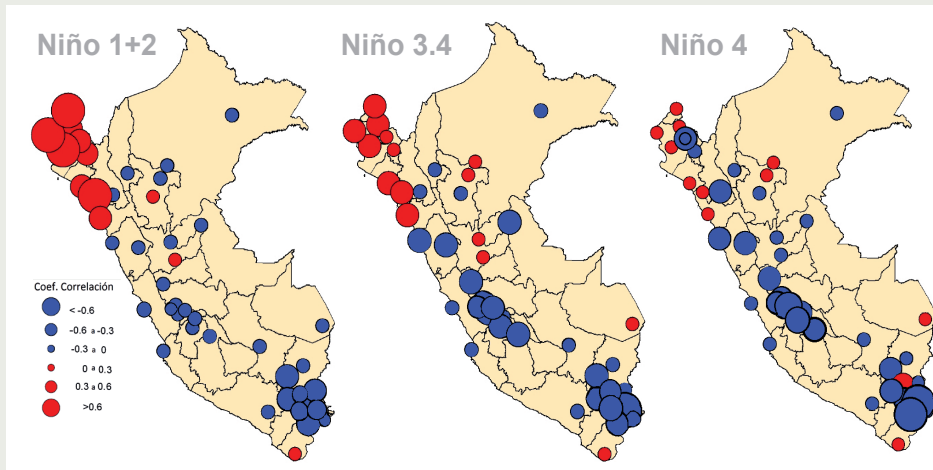


Figura 2. Similar a la Figura 1, pero para el mes de febrero. Adaptado de Lagos et al. (2008).

## Efectos del Atlántico

En Silva et al. (2008) se analiza la relación entre las variaciones de la TSM en el Pacífico Central y Occidental (regiones Niño 3 y Niño 4) y el Atlántico Norte y Sur con la precipitación mensual en la cuenca del Mantaro, encontrándose una relación significativa sólo en el mes de febrero con el Niño 4 y para el mes de marzo con la TSM del Atlántico Tropical Sur, con mayor grado con el gradiente entre el Atlántico Norte

y Sur (STA-NTA), según se observa en la Figura 3. Estos resultados, similarmente a lo descrito por Lagos et al. (2008), hacen referencia a que sólo las lluvias de verano (principalmente febrero) están relacionadas a la variabilidad de la TSM en el océano Pacífico y Atlántico. El periodo de inicio de la temporada de lluvias en la sierra peruana en general y en la cuenca del Mantaro en particular, entre octubre-diciembre, no tiene relación ni con el Pacífico ni con el Atlántico.

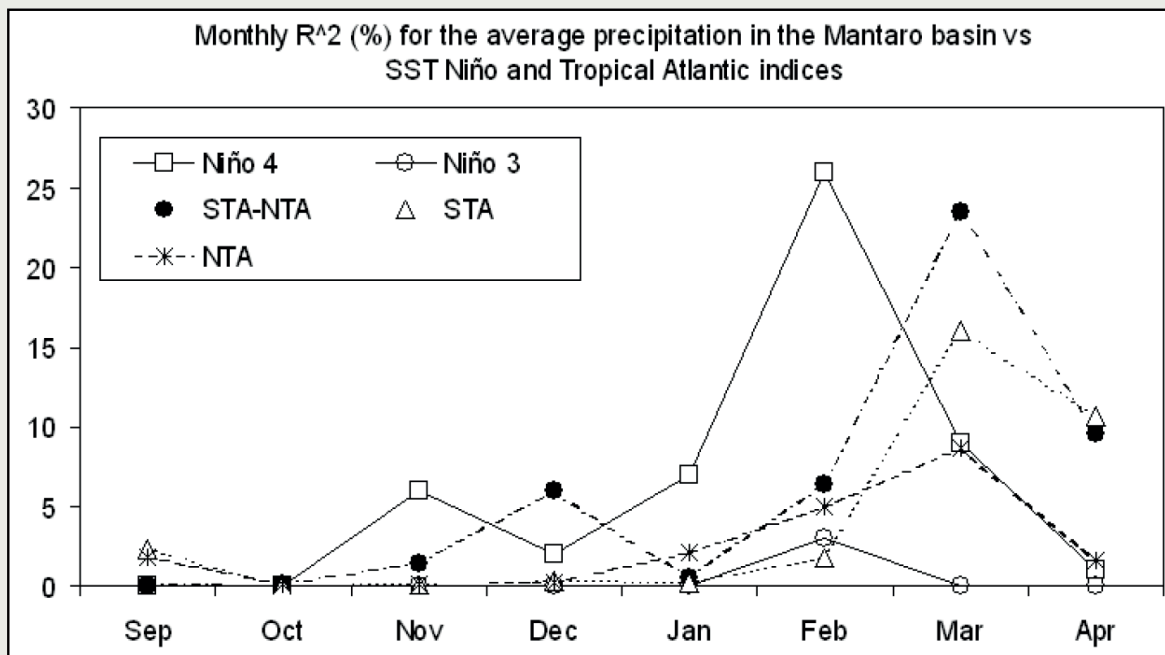


Figura 3. Porcentaje de varianza de la precipitación mensual en la cuenca del Mantaro, explicada por las variaciones en el Pacífico (región Niño 3 y Niño 4) y el Atlántico (STA- Atlántico Tropical Sur, NTA-Atlántico Tropical Norte, y STA-NTA gradiente entre ambos), Silva et al. (2008).

# La estacionalidad del impacto de El Niño en las lluvias en el Perú

Silva Y.

El rol del Atlántico en las lluvias en la Amazonía ha sido descrito por Espinoza (2014), donde las sequías extremas están asociadas a condiciones anómalamente cálidas en el océano Atlántico Tropical Norte durante el otoño e invierno, mientras que los eventos El Niño en el Pacífico Central tienden a reducir las precipitaciones en la Amazonía peruana. Se indica que la mayor sequía registrada desde 1970 (septiembre 2010) fue producida por la influencia combinada de ambos océanos: El Niño durante el verano y anomalías cálidas en el Atlántico Tropical Norte durante el otoño e invierno. Por otro lado, las inundaciones, están asociadas a condiciones frías en el Pacífico Tropical Central (La Niña) y a condiciones más frías de lo normal en el océano Atlántico Tropical Norte durante los meses de verano.

## Conclusiones y recomendaciones

Los datos históricos nos indican que existe una alta correlación entre las lluvias de la costa norte (principalmente en Tumbes y Piura) y la TSM frente a la costa norte de Perú (región Niño 1+2) durante los meses de verano. Esta relación es directa y significativa para los años cálidos. Dicho modelo es usado actualmente para predecir las lluvias en esta región con cierta certeza.

Para la sierra sur y central, si bien existe una correlación inversa entre la TSM en la región Niño 3.4 y las lluvias de verano en esta zona del Perú, es importante mencionar que las mejores correlaciones se obtienen con el Pacífico Occidental (región Niño 4), por lo que se recomienda monitorear esta región del Pacífico a fin de estimar los posibles impactos en las lluvias.

El mes de noviembre presenta un patrón distinto al de los meses de verano. Si bien muestra una correlación positiva entre la TSM en la región Niño 1+2 y las lluvias en la costa norte, en el caso de la sierra central y sur es positiva en lugar de negativa. Es necesario un estudio a mayor detalle a fin de explicar la dinámica de la circulación atmosférica que sería causante del cambio estacional del signo de esta correlación.

Es importante resaltar que, para fines de pronóstico en los Andes, las correlaciones significativas se concentran en el mes de febrero y el efecto de El Niño/La Niña es relativamente bajo el resto del año.

## Referencias

*IGP, 2005: Vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en la cuenca del río Mantaro, Fondo Editorial CONAM, Lima, Perú.*

*Espinoza, J. C., 2014: Influencia de la variabilidad de los océanos Atlántico y Pacífico en la hidrología de la cuenca amazónica peruana, Boletín Técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño", Vol. 1, N°9, Setiembre, Instituto Geofísico del Perú, Setiembre.*

*Lagos, P., Y. Silva, E. Nickl, and K. Mosquera, 2008: El Niño-related precipitation variability in Perú, Advances in Geosciences, 14, 231-237.*

*Lavado, W., and J. C. Espinoza, 2014: Impact of El Niño and La Niña events on Rainfall in Peru, Revista Brasileira de Meteorologia, 29, 171-182.*

*Reynolds, R. W., and T. M. Smith, 1994: Improved global sea surface temperature analyses using optimum interpolation, Journal of Climate, 7, 929-948.*

*Silva, Y., K. Takahashi, R. Chávez, 2008: Dry and wet rainy seasons in the Mantaro river basin (Central Peruvian Andes), Advances in Geosciences, 14, 261-264.*

*Takahashi, K., 2004: The atmospheric circulation associated with extreme rainfall events in Piura, Peru, during the 1997 - 1998 and 2002 El Niño, Annales Geophysicae, 22, 3917-3926.*

*Woodman, R. F., 1999: Modelo estadístico de pronóstico de las precipitaciones en la costa norte del Perú. El Fenómeno El Niño. Investigación para una prognosis, 1er encuentro de Universidades del Pacífico Sur: Memoria, 93-108.*

*Woodman, R. F., y K. Takahashi, 2014: ¿Por qué no llueve en la costa del Perú (salvo durante El Niño)?, Boletín Técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño", Vol. 1, N°6, Junio, Instituto Geofísico del Perú.*