
El Boletín Oceanográfico es una contribución del Departamento de Geofísica y del Instituto Milenio de Oceanografía, Universidad de Concepción

Editores

Aldo Montecinos, Oscar Pizarro y Carlos Conejero

8 de febrero, 2016

Resumen Ejecutivo

Se ha alcanzado la fase madura del evento El Niño 2015-16, observándose claros indicios de debilitamiento (o inicio de la fase de decaimiento). Lo más importante es que las anomalías de viento zonal positivo se han debilitado en las últimas semanas, y que se mantiene el debilitamiento del contenido de calor ecuatorial. Esto último se refleja en el hecho que, incluso en relación a la nueva onda de Kelvin de subsidencia que se empezó a propagar a fines de diciembre de 2015, tanto las anomalías del contenido de calor y profundidad de la isoterma de 20°C como las anomalías positivas de la TSM en el Pacífico ecuatorial oriental, son de pequeña magnitud. Todos los índices que nos ayudan a monitorear la evolución del actual evento, indican que es un evento moderado-intenso que se ha desarrollado principalmente en el Pacífico ecuatorial central. El proceso de descarga ya se ha iniciado desde hace algunos meses e intensificado durante enero de 2016, por lo cual no hay dudas sobre la evolución hacia condiciones normales durante los próximos meses.

NOTA: Se invita a todas las instituciones e investigadores que deseen cooperar con información relevante sobre el desarrollo de las anomalías oceanográficas y meteorológicas en nuestras costas, envíen su contribución a boc@dgeo.udec.cl.

El Boletín Oceanográfico (BOC) es auspiciado por el Centro de Investigación Aplicada del Mar (CIAM), Chile

Pacífico Ecuatorial

En las siguientes secciones se analiza la evolución del sistema acoplado océano-atmósfera en el Pacífico tropical con énfasis en el crecimiento de las anomalías de temperatura superficial del mar (TSM), profundidad de la termoclina ecuatorial y vientos superficiales, incluyendo para algunas variables la región frente a Chile.

Temperatura Superficial del Mar y Viento Zonal

Durante enero de 2016, la TSM en la banda ecuatorial (2°N - 2°S) mantuvo valores elevados, sin mayores cambios en las isotermas respecto al mes de diciembre de 2015 (Figura 1, panel izquierdo). Sin embargo, cabe destacar que la isoterma de 27°C sigue desplazándose hacia el borde oriental desde fines de noviembre de 2015, llegando casi a los 100°W . Al igual que en el boletín de diciembre de 2015, este desplazamiento de la isoterma se relacionaría con la llegada de una onda de Kelvin de subsidencia, por lo que se mantiene la alerta respecto de intensas precipitaciones en Ecuador y norte de Perú. En relación al núcleo de la poza cálida (sobre 30°C), ésta ha comenzado a debilitarse desde principios de enero de 2016, entre 160°E y 160°W . Esto indicaría que la fase madura del evento El Niño podría haber alcanzado su máxima intensidad en el Pacífico ecuatorial central, que tiende a ocurrir durante el verano austral. Los vientos del oeste en la banda ecuatorial lograron su mayor extensión hacia el este durante fines de diciembre de 2015 y comienzos de enero de 2016, llegando hasta casi 150°W , concentrando su núcleo alrededor de 180° y 170°W (Figura 1, panel derecho). Sin embargo, desde mediados de enero los vientos del oeste se han debilitado, dando paso al fortalecimiento de los viento alisios.

Five-Day SST and Zonal Wind 2°S to 2°N Average

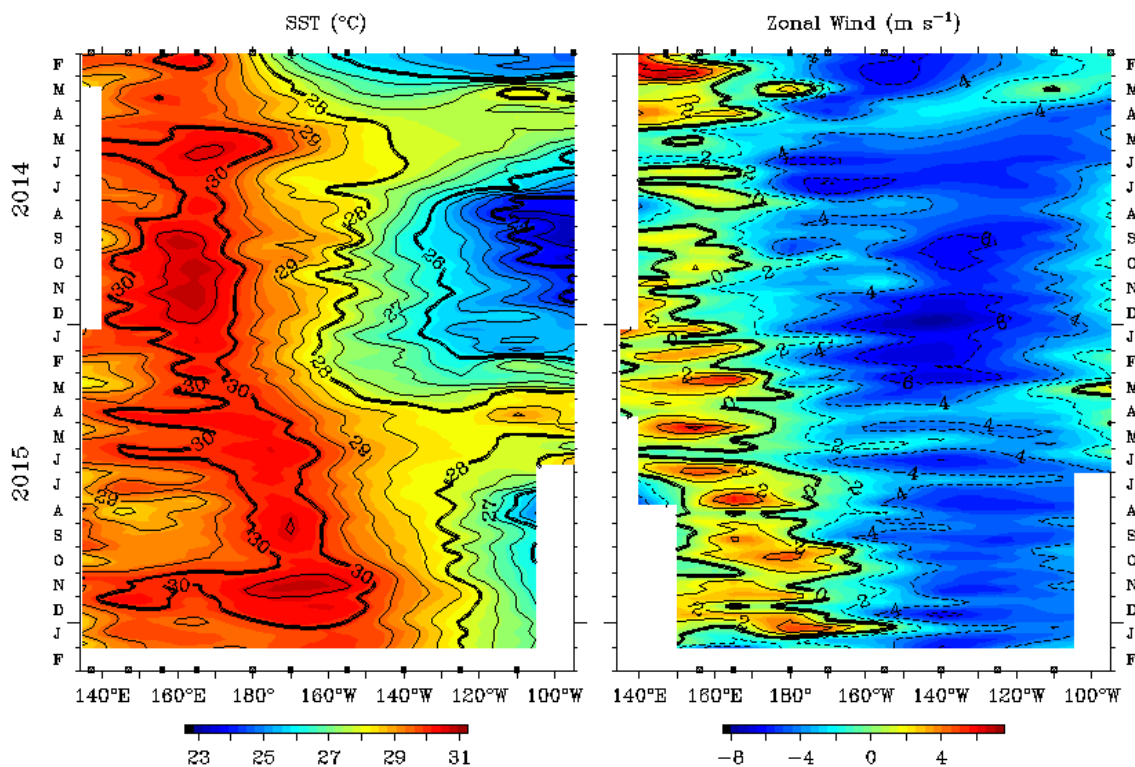


Figura 1. Promedios cada 5 días (pentadas) de la evolución longitud-tiempo del valor absoluto de la temperatura superficial del mar ($^{\circ}\text{C}$, panel izquierdo) y del viento zonal (m s^{-1} , panel derecho), entre 2°N - 2°S , desde febrero de 2014 a enero de 2016. Fuente: TAO/TRITON.

Anomalías de la TSM y Contenido de calor

Las anomalías de TSM en la banda ecuatorial (2°N - 2°S) siguen mostrando la presencia del evento El Niño 2015-16. Sin embargo, las anomalías positivas de la TSM al este de 130°W disminuyeron en casi 1°C , desde $3,5^{\circ}\text{C}$ a $2,5^{\circ}\text{C}$ durante enero (Figura 2, panel izquierdo). Esta disminución ocurre a pesar que el contenido de calor aumentó en este sector, debido a una nueva propagación de una onda Kelvin de subsidencia que llegó a 120°W . Esta propagación se puede ver claramente en las anomalías positivas del contenido de calor (Figura 2, panel derecho). Analizando la isolínea del contenido de calor de 0.0 J m^{-2} , se aprecia que desde julio de 2015 comenzó a desplazarse hacia el este, disminuyendo el contenido de calor para la cuenca del Pacífico ecuatorial occidental. Esta extensión hacia el este de las anomalías negativas del contenido de calor se incrementa en octubre de 2015, iniciando el proceso de descarga propuesto por Jin (1997), y que se ve claramente en la Figura 8.

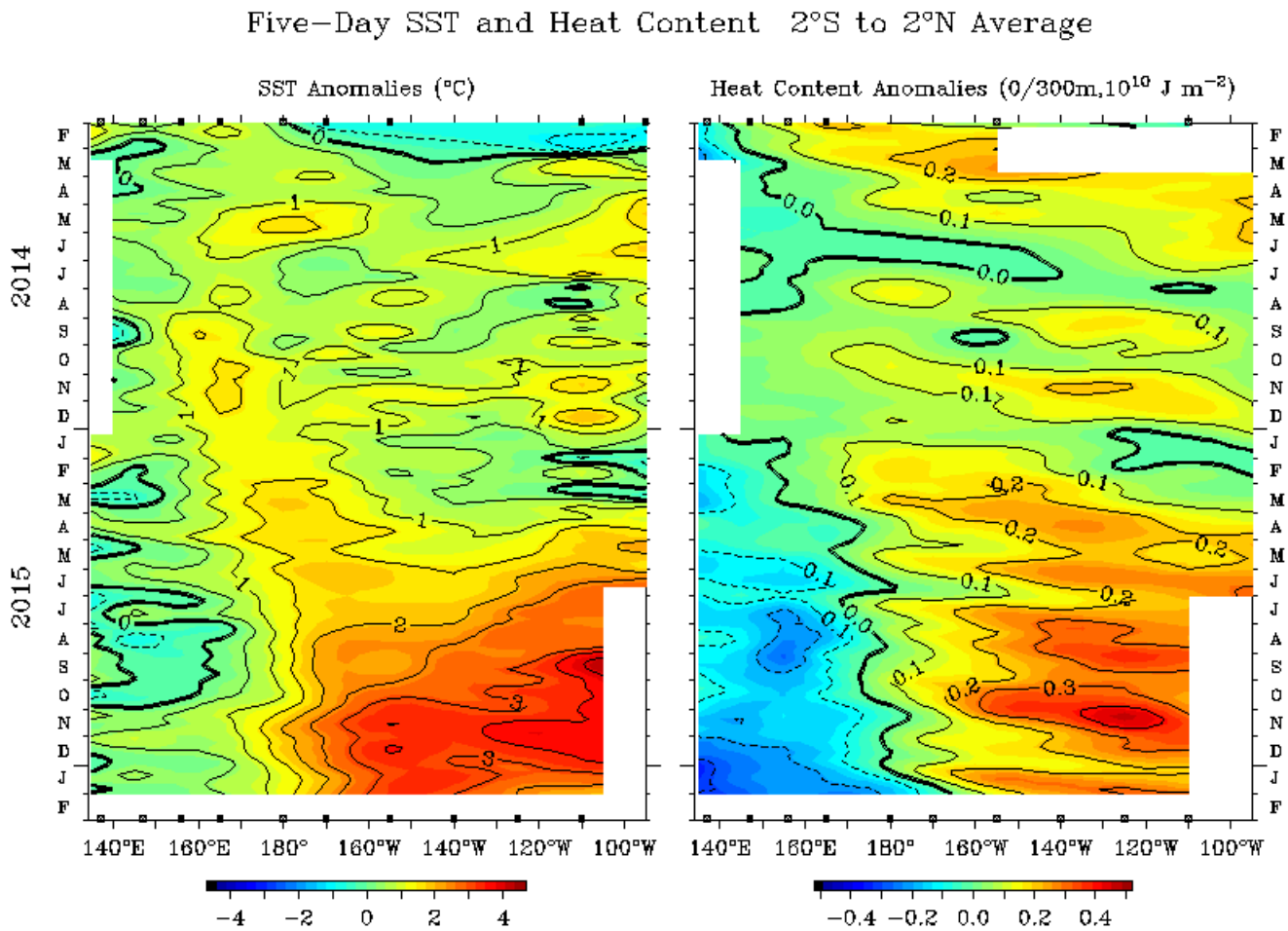


Figura 2. Promedios cada 5 días (pentadas) de la evolución longitud-tiempo de las anomalías de la temperatura superficial del mar ($^{\circ}\text{C}$, panel izquierdo) y del contenido de calor (J m^{-2} , panel derecho), entre 2°N - 2°S , desde febrero de 2014 a enero de 2016. Fuente: TAO/TRITON.

Anomalías del Viento Zonal y Profundidad de la isoterma de 20°C

Durante enero de 2016 se observó la mayor intensidad y extensión hacia el este de las anomalías positivas del viento zonal o viento anómalo del oeste (Figura 3, panel izquierdo). El núcleo, centrado entre la línea de cambio de fecha y 170°W, mostró valores anómalos de hasta 6 m s^{-1} . La anomalía de 4 m s^{-1} se extendió hasta casi 140°W. Como se sugirió en el boletín anterior, estos vientos anómalos provocaron una perturbación en la termoclina que inició su propagación como una onda de Kelvin, claramente visible en la anomalía de la profundidad de la isoterma de 20°C (Figura 3, panel derecho), como en la anomalías del contenido de calor (Figura 2, panel derecho). Esta nueva onda de subsidencia podría impactar las costa de Chile y Perú durante marzo del presente año. De todas maneras, se puede apreciar que las anomalías positivas, que corresponden a una mayor profundidad de la termoclina, son menores que en las propagaciones anteriores, lo que coincide con el proceso de descarga que se está desarrollando.

Five-Day Zonal Wind and 20°C Isotherm Depth 2°S to 2°N Average

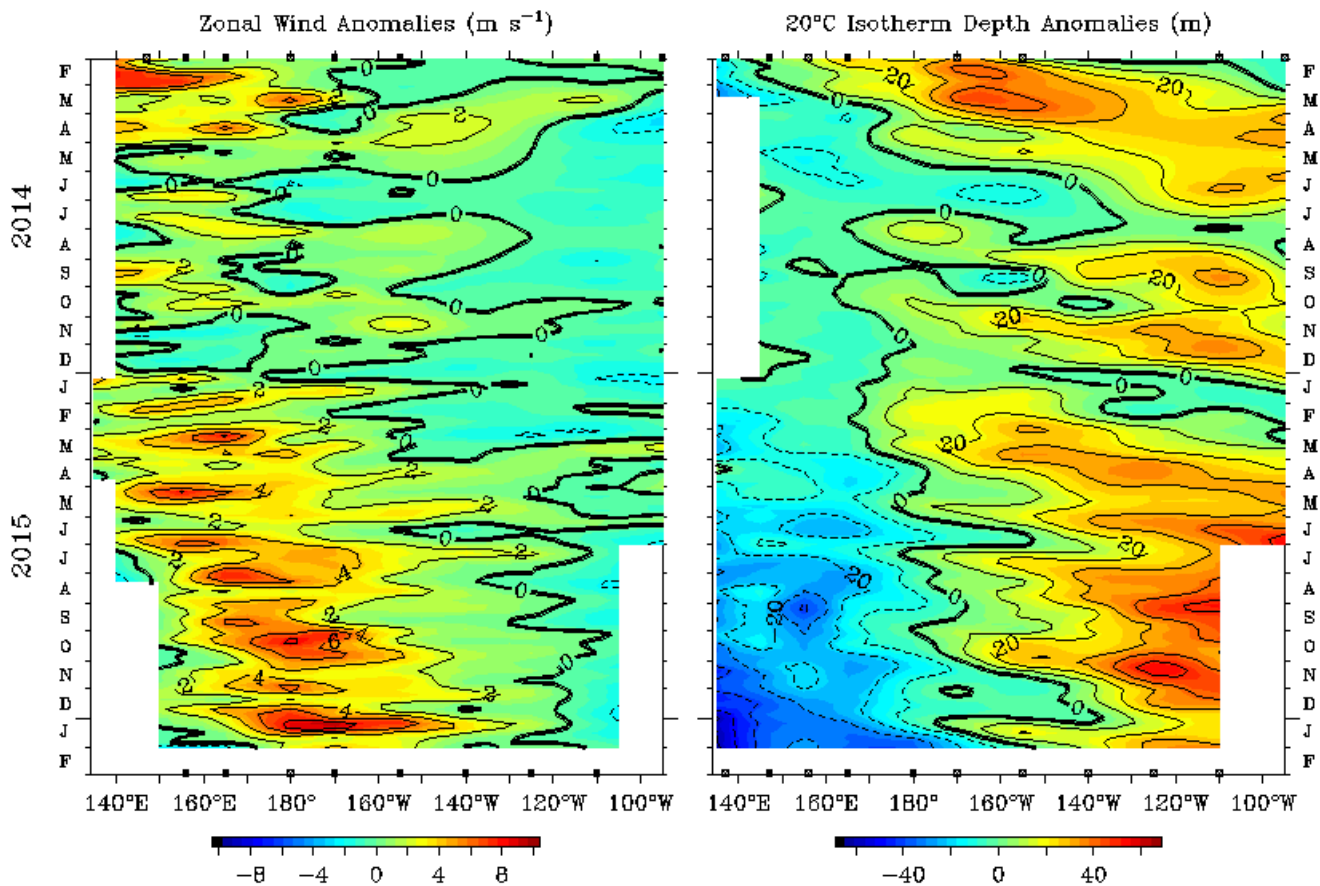


Figura 3. Promedios cada 5 días (pentadas) de la evolución longitud-tiempo de las anomalías del viento zonal (m s^{-1} , panel izquierdo) y la profundidad de la isoterma de 20°C (m, panel derecho), entre 2°N-2°S, desde febrero de 2014 a enero de 2016. Fuente: TAO/TRITON.

Nubosidad Convectiva

Desde fines de diciembre de 2015 y durante el mes de enero de 2016 se registraron las mayores anomalías negativas (actividad convectiva) desde que se inició el evento El Niño actual. Su núcleo se desplazó levemente hacia el este llegando desde 180° hasta 150°W. Por otro lado, sobre la poza cálida (borde occidental de la cuenca del Pacífico ecuatorial) se evidenció un fortalecimiento de la ausencia de actividad convectiva durante este periodo. A partir de mediados de enero, se observa un debilitamiento de la actividad, en concomitancia con el fortalecimiento de los alisios a lo largo del Pacífico ecuatorial (Figura 1) y el debilitamiento de las anomalías positivas de TSM en el sector oriental (Figura 2).

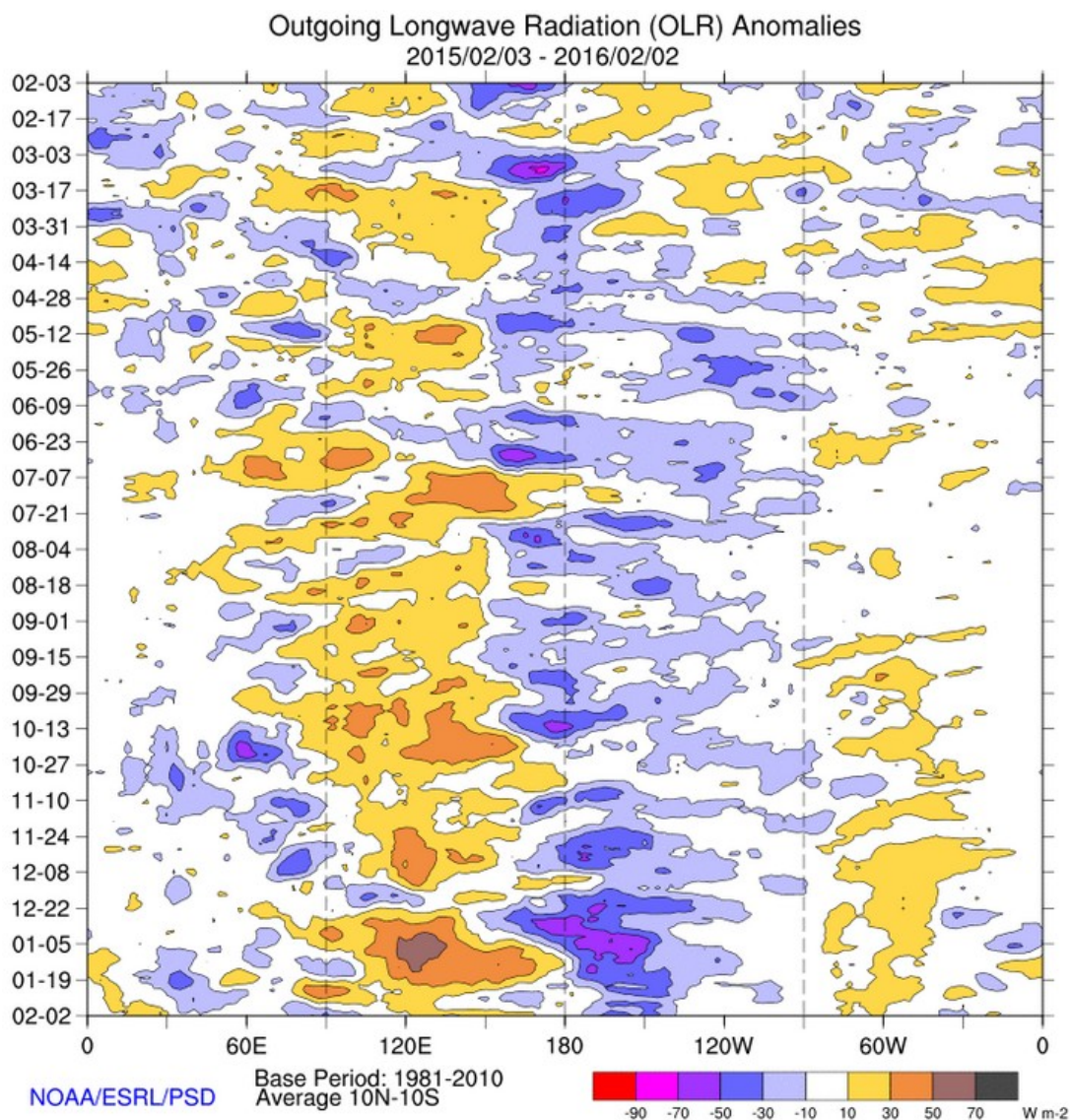


Figura 4. Evolución longitud-tiempo de las anomalías de radiación de onda larga emergente ($W m^{-2}$) para toda la banda ecuatorial entre 10°N-10°S, entre el 3 de febrero de 2015 y el 2 de febrero de 2016. Fuente: NOAA/ESRL/PSD. La evolución temporal de las anomalías de la radiación de onda larga emergente (OLR, por su sigla en inglés) se puede interpretar como la presencia (anomalías negativas de OLR) o ausencia (anomalías positivas de OLR) de convección profunda en la zona ecuatorial.

Cuenca del Pacífico (TSM-OLR-Vientos)

Durante el mes de enero de 2016 se debilitan las anomalías de TSM en el Pacífico ecuatorial oriental (Figura 5, panel izquierdo). Si bien las anomalías aún superan en $1,5^{\circ}\text{C}$ los valores climatológicos al este de 90°W , se observa un claro descenso respecto del mes anterior. Al mismo tiempo, se observa un enfriamiento (o disminución de la magnitud de las anomalías positivas de TSM) en torno a 180° , observándose anomalías levemente superiores a 1°C en enero, en comparación a las anomalías sobre $1,5^{\circ}\text{C}$ registradas en diciembre de 2015. Es importante destacar el aumento de las anomalías positivas de TSM en la costa norte de Perú, por sobre $0,9^{\circ}\text{C}$. Se observa, además, la aparición de un dipolo zonal (oeste-este) de anomalías de TSM entre 20°S y 30°S , con anomalías positivas (negativas) al este (oeste) de 120°W . Sobre las anomalías positivas se ven vientos anómalos del noroeste, lo que indica un debilitamiento del Anticiclón subtropical del Pacífico Sur (ASPS). Este patrón se había observado en septiembre y octubre de 2015, aunque algo debilitado (ver Figura 5 en el boletín de octubre de 2015). Es importante destacar que no tenemos una explicación inicial sobre la aparición de estas anomalías. Como se mencionó en los boletines anteriores, las anomalías negativas de OLR alrededor de 25°S y 120°W han ido aumentando (Figura 5, panel derecho).

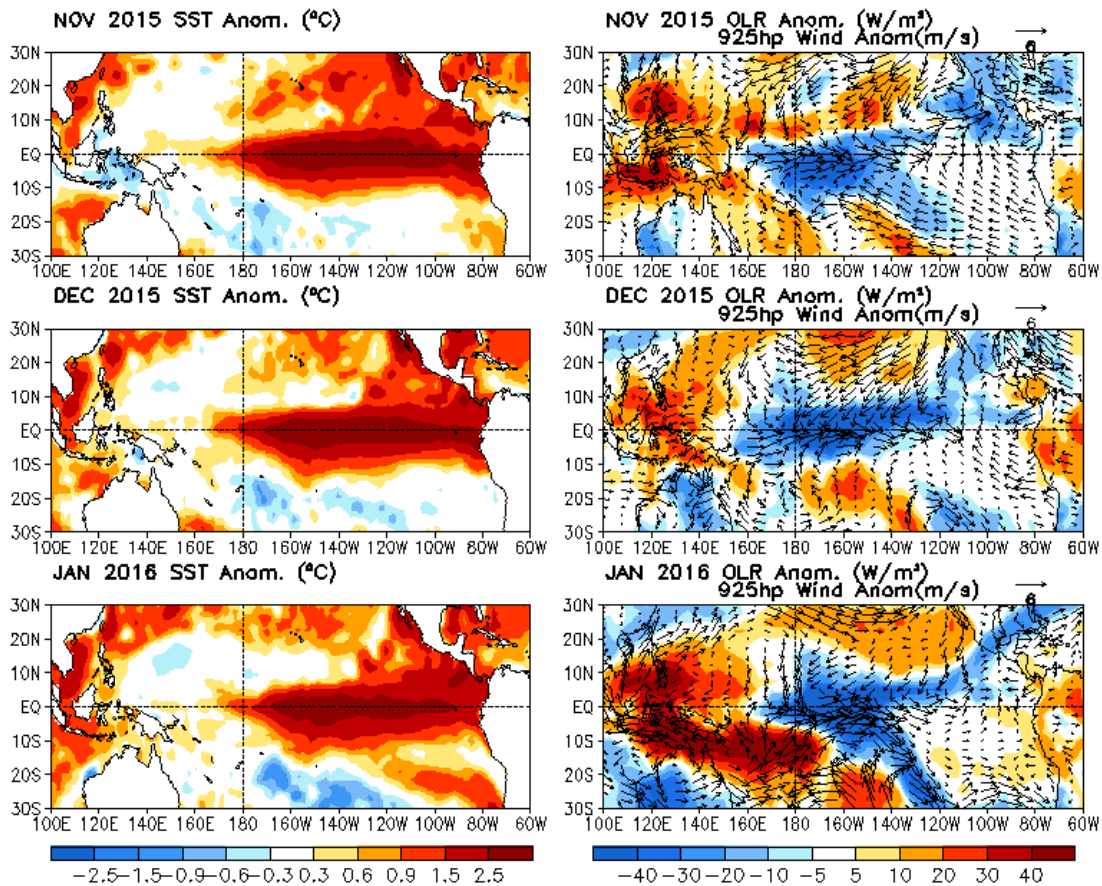


Figura 5. Evolución de los últimos 3 meses de las anomalías de temperatura superficial del mar ($^{\circ}\text{C}$, colores panel izquierdo), radiación de onda larga emergente (W/m^2 , colores panel derecho) y viento a 925 hPa (m/s^{-1} , vectores panel derecho). Noviembre (panel superior) y diciembre (panel medio) de 2015, y enero (panel inferior) de 2016. Fuente: CPC-NCEP-GODAS.

Evolución del fenómeno El Niño

En esta sección se discute la evolución de El Niño en base a diagramas de dispersión de diferentes índices ecuatoriales, que bajo distintas consideraciones dinámicas permiten analizar la evolución temporal del presente evento en comparación con los eventos extraordinarios que ocurrieron a fines del siglo pasado (1982-83, 1997-98). Cuando es posible, se agrega a esta comparación el evento 1972-73, el cual no alcanzó a tener un desarrollo similar a los extraordinarios, pese a su rápida evolución inicial.

Mecanismo de Bjerknes, IOS v/ TSM Niño 3.4

En el diagrama de dispersión de la Figura 6 se muestra la relación, mes a mes, de las anomalías de un índice ecuatorial de presión que representa las fluctuaciones de los vientos alisios (IOS ecuatorial), con las anomalías de la TSM en la región ecuatorial central o región Niño 3.4. El mecanismo de Bjerknes (Bjerknes, 1969) es explicado en el boletín de octubre 2015.

Durante el mes de enero de 2016 el IOS ecuatorial disminuye drásticamente su valor negativo, en comparación con el mes anterior, observándose valores similares a julio de 2015 (Figura 7, línea amarilla). Esto coincide con la disminución de los vientos anómalos del oeste desde la segunda mitad de enero (Figura 1, panel derecho; Figura 3, panel izquierdo)), pero no coincide con la aparición de una circulación ciclónica anómala en el Pacífico oriental subtropical en enero de 2016 (Figura 5, panel inferior derecho). Este debilitamiento de la anomalía negativa del IOS no es comparable con lo observado durante los eventos extraordinarios de 1982-83 y 1997-98, pero sí al evento El Niño 1972-73. Del mismo modo, se observa un debilitamiento de las anomalías positivas de la TSM en la región Niño 3.4. Sin embargo, a diferencia del evento de 1972-73, las anomalías de TSM en la región 3.4 son mayores durante el evento actual en 0.6-0.7°C de diferencia. De acuerdo a este análisis, y a los realizados en los boletines anteriores, el evento actual no tiene las mismas características que los eventos extraordinarios de El Niño 1982-83 y 1997-98.

Modelo de recarga-descarga, Volumen del Contenido de Calor v/s TSM región 3

La Figura 7 muestra el diagrama de dispersión entre las anomalías del volumen del contenido de calor (eje vertical) y las anomalías de la TSM en el Pacífico ecuatorial central (eje horizontal). Detalles del modelo de recarga-descarga de Jin (1997) se presentan en el boletín de octubre de 2015.

Continúa el proceso de descarga del volumen del contenido de calor del Pacífico ecuatorial durante el mes de enero de 2016. En comparación a los eventos extraordinarios, el proceso de descarga está siendo menos intenso que el observado en 1982-83 y mucho menos intenso a lo ocurrido en 1997-98. Es interesante destacar que el cambio de fase de la Oscilación Interdecadal del Pacífico ocurrió a partir del evento extraordinario de 1997-98, en cuyo caso la descarga intensa podría haber estado intensificada por otros forzantes. Por otra parte, las anomalías de TSM en la región Niño 3 han sido inferiores a lo observado durante ambos eventos extraordinarios. Durante algunos meses, sobre todo a mediados de 2015, las anomalías de TSM pudieron ser mayores al evento El Niño extraordinario de 1982-83, pero una vez iniciada la primavera el evento actual no superó las anomalías registradas durante este evento.

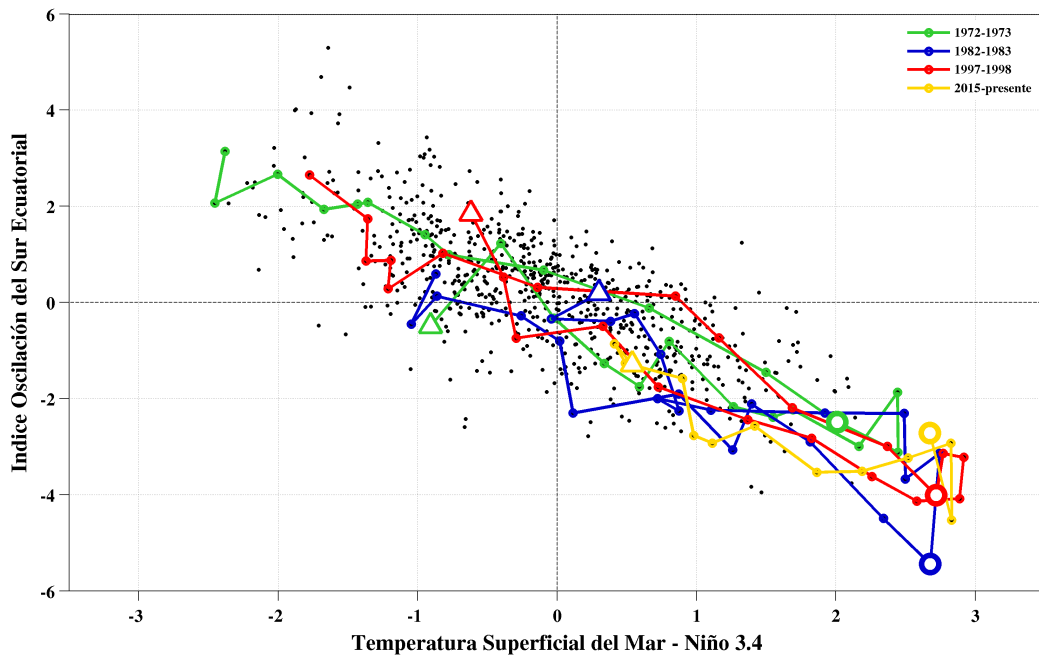


Figura 6. Diagrama de dispersión de los valores mensuales de la anomalía de la temperatura superficial del mar en la región Niño 3.4 [5°S-5°N, 170°W-120°W] y el Índice Oscilación del Sur Ecuatorial (diferencia de presión entre las regiones [80°W - 130°W, 5°N - 5°S] y [90°E - 140°E, 5°N - 5°S]). Los colores representan la evolución de los eventos extraordinarios El Niño (1982-83 color azul; 1997-98 color rojo); además se incluye el evento de 1972-73 (color verde) y del presente evento 2015-16 (color amarillo). Los triángulos corresponden al comienzo de cada año (enero) y los círculos grandes corresponden al mes actual (enero) del año siguiente. Fuente de datos : IOS: NCEP-NCAR & TSM – Niño 3.4: ERSST v.4.

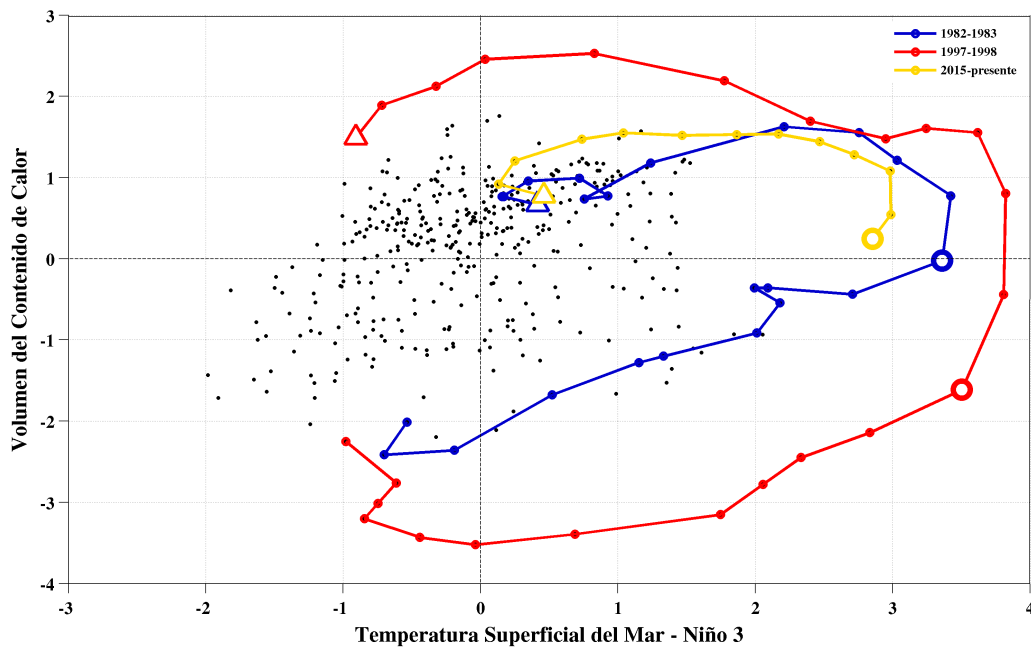


Figura 7. Diagrama de dispersión de los valores mensuales de la anomalía de la temperatura superficial del mar en la región Niño 3 (5°S-5°N, 150°W-90°W) y del Volumen del Contenido de Calor a lo largo del Pacífico ecuatorial. Los colores representan la evolución de los eventos extraordinarios El Niño (1982-83 color azul; 1997-98 color rojo) y del presente evento 2015-16 (color amarillo). Los triángulos corresponden al comienzo de cada año (enero) y los círculos grandes corresponden al mes actual (enero) del año siguiente. Fuente de datos: Volumen del Contenido de Calor: TAO Project Office, NOAA/PMEL & TSM - Niño 3: ERSST v.4.

Eventos extraordinarios en el Pacífico oriental v/s eventos del Pacífico central

La evolución de los índices C y E, propuestos por Takahashi y colaboradores (2011), permiten analizar la evolución del actual evento El Niño, de tal manera de determinar si su desarrollo se asemeja a los eventos extraordinarios de 1982-83 y 1997-98. Mayores antecedentes se encuentran en el boletín de octubre de 2015.

El diagrama de dispersión de la Figura 8 muestra que el índice C ha disminuido su valor con respecto a diciembre de 2015, es decir, el Pacífico central ha disminuido su temperatura. Por otro lado, el índice E se mantiene muy debilitado. Estos resultados son concluyentes respecto que el evento El Niño 2015-16 presenta un desarrollo en el Pacífico ecuatorial central, siendo más parecido al evento moderado-intenso de 1972-73 que a los eventos extraordinarios de 1982-83 y 1997-98.

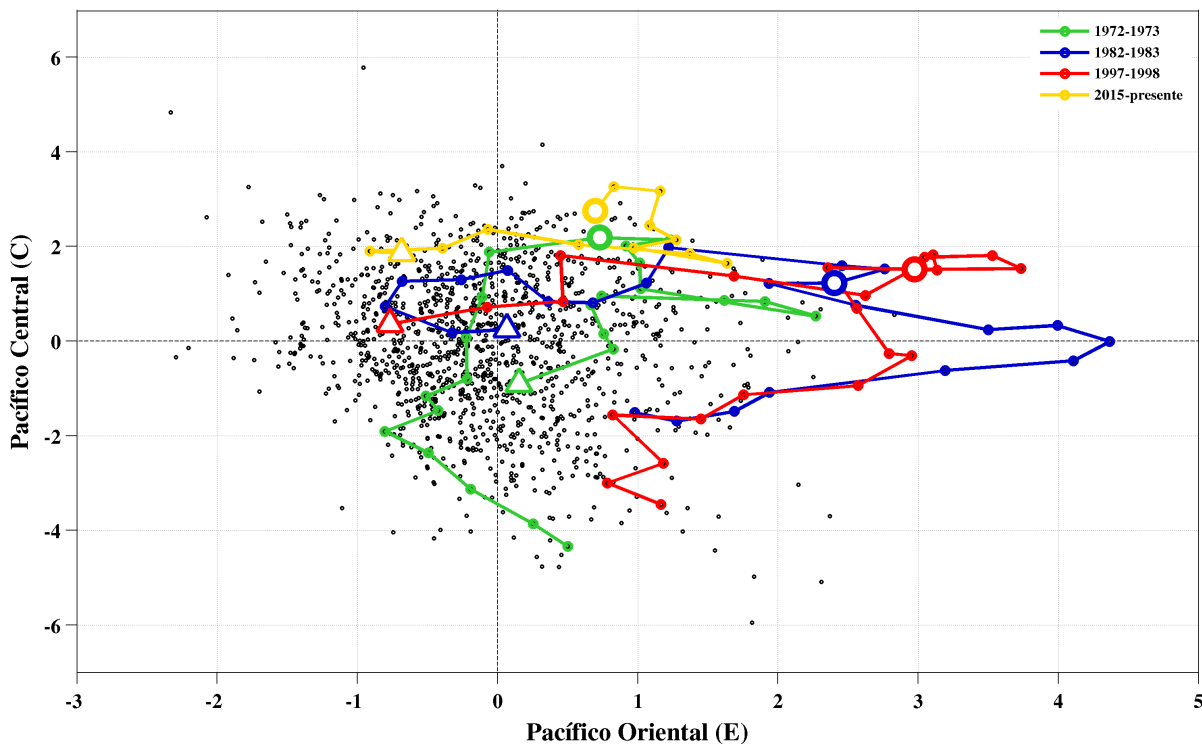


Figura 8. Diagrama de dispersión de los valores mensuales del índice E (Niño 1+2 – 0,5 Niño 4) y el índice C (1,7 Niño 4 – 0,1 Niño 1+2), basados en el trabajo de Takahashi et al., (2011). Los colores representan la evolución de los eventos extraordinarios El Niño (1982-83 color azul; 1997-98 color rojo); además se incluye el evento de 1972-73 (color verde) y del presente evento 2015-16 (color amarillo). Los triángulos corresponden al comienzo de cada año (enero) y los círculos grandes corresponden al mes actual (enero) del año siguiente. Fuente de datos: ERSST.v4.

Referencias

1. Bjerknes, J., 1969: Atmospheric teleconnections from the equatorial Pacific. *Mon. Weather Rev.*, 97, 163-172.
2. Jin, F. F., 1997: An equatorial ocean recharge paradigm for ENSO. part I: Conceptual model, *J. Atmos. Sci.*, 54, 811–829.
3. Takahashi, K., A. Montecinos, K. Goubanova and B. Dewitte, 2011: ENSO regimes: Reinterpreting the canonical and Modoki El Niño. *Geophys. Res. Lett.*, 38, L10704, doi:10.1029/2011GL047364.