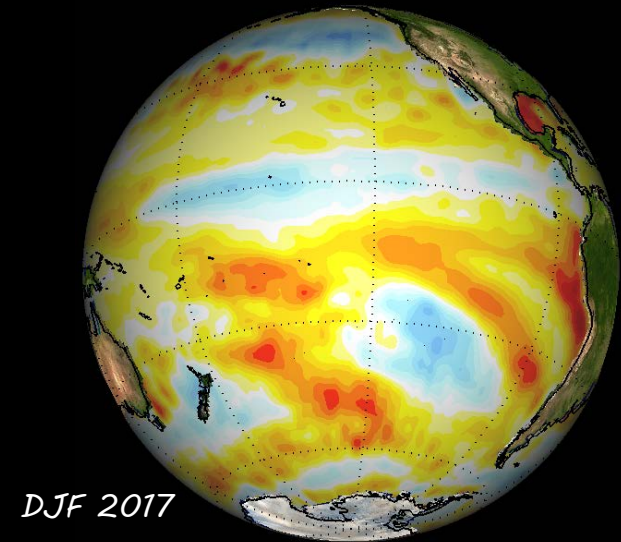
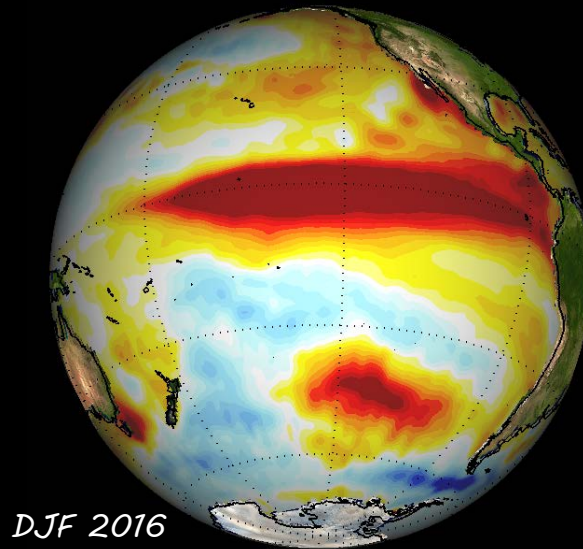
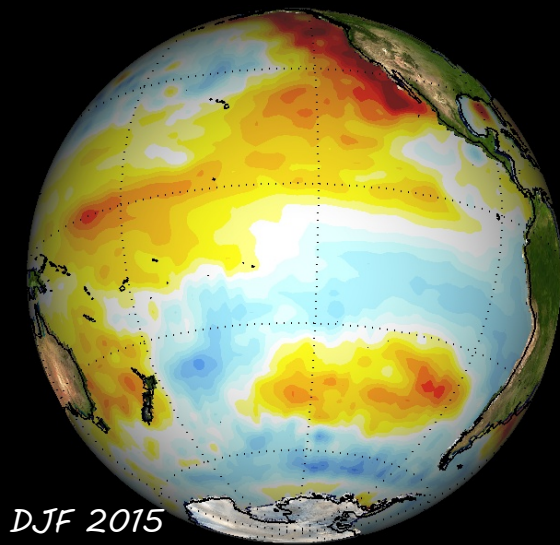


Seminario DGF/UCh + CR2

19 de Enero 2018

Tres Niños Sorprendentes



René D. Garreaud^{1,2}

1. Centro del Clima y la Resiliencia, CR2

2. Departamento de Geofísica, Universidad de Chile

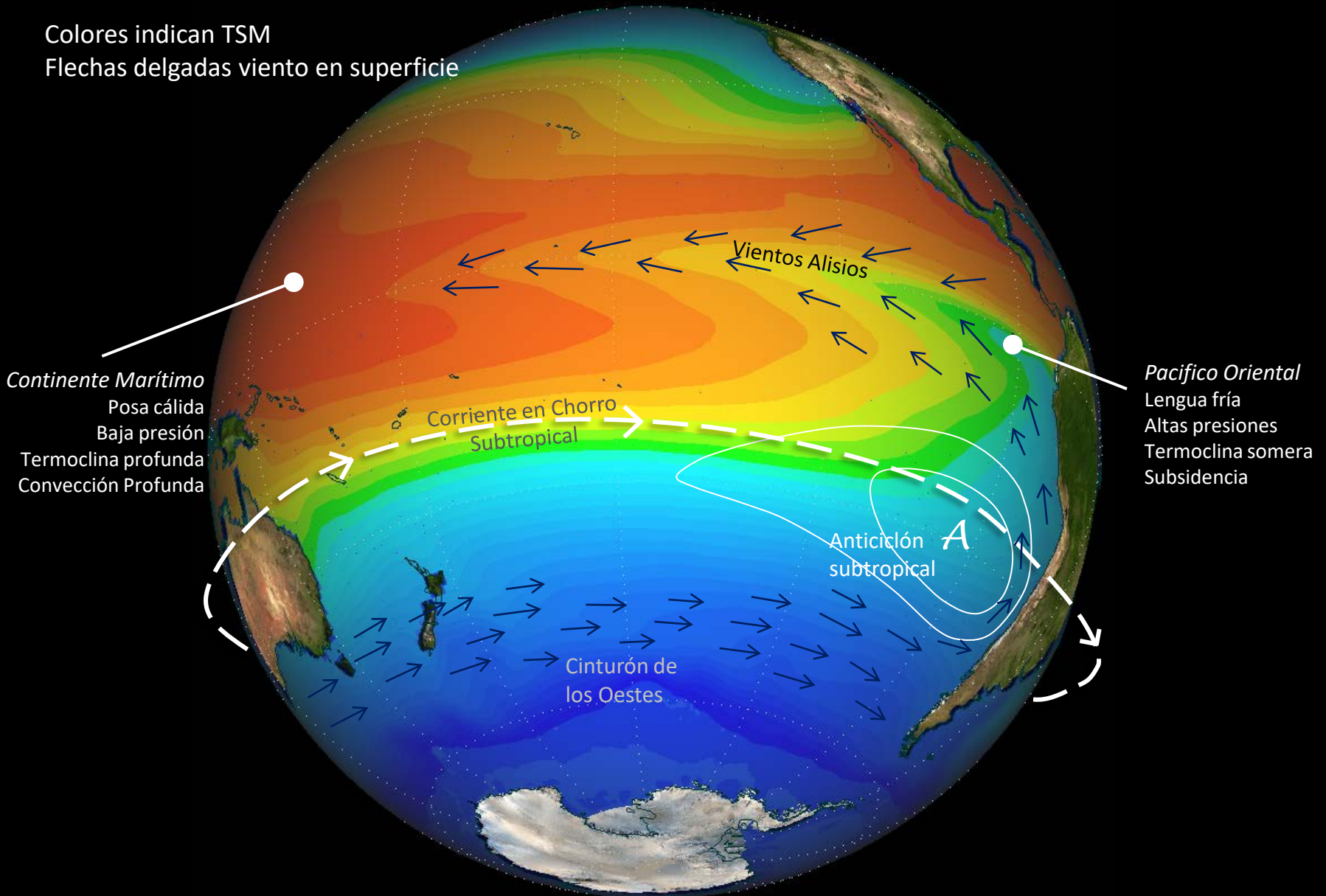
Estructura

- Antecedentes
 - Condición media en el Pacífico tropical
 - El Niño/La Niña (Variabilidad interanual y Mec. Bjerknes)
 - Diversidad de eventos
 - Impactos y predicciones
- Tres Niños Sorprendentes
 - El Niño fallido 2014 (WWB vs EWB)
 - El Niño Godzilla 2015/16 (el que siembra...)
 - La sorpresa del 2017

Condición media: Asimetría zonal y acoplamiento OA

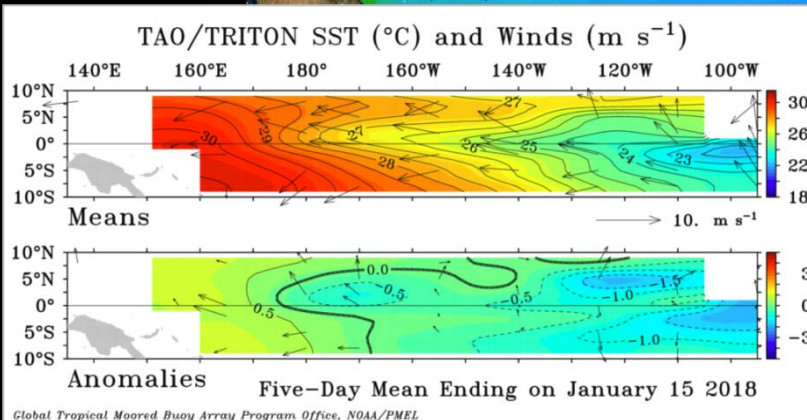
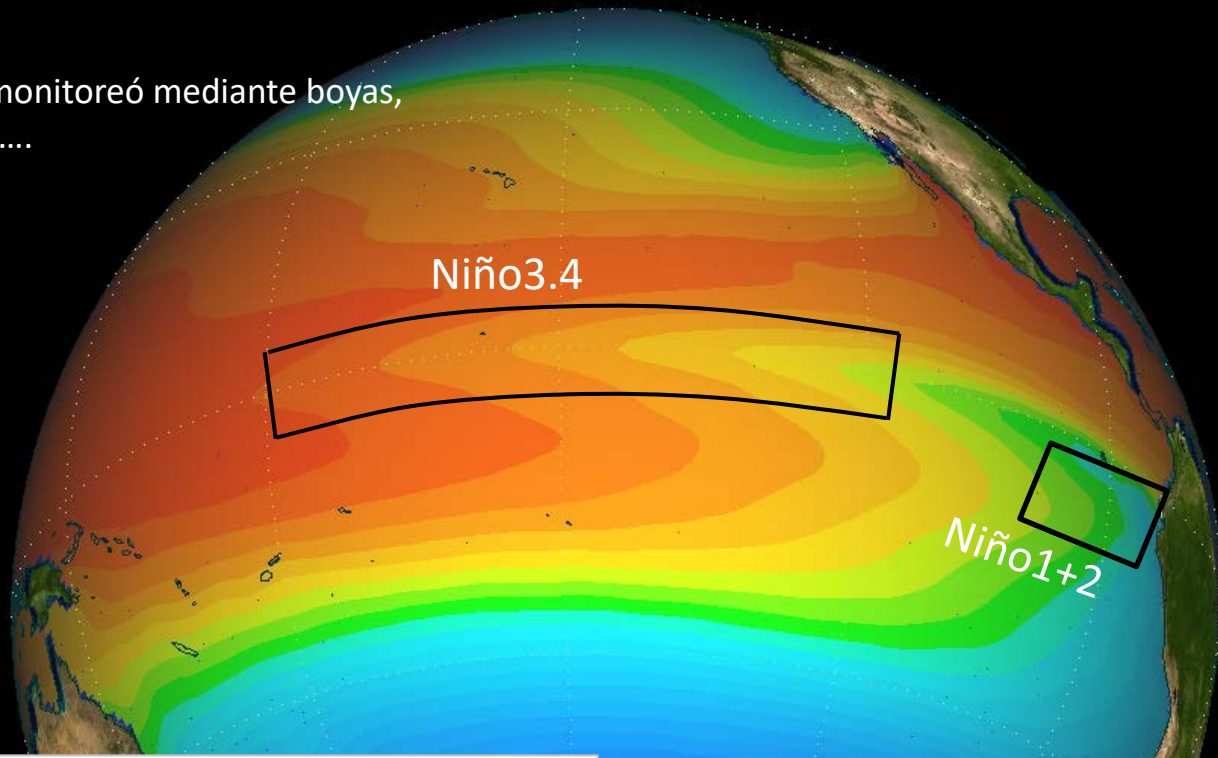
Colores indican TSM

Flechas delgadas viento en superficie



TAO-TRITON: ENSO Observing System

Permanente monitoreó mediante boyas,
Islas, satélites....

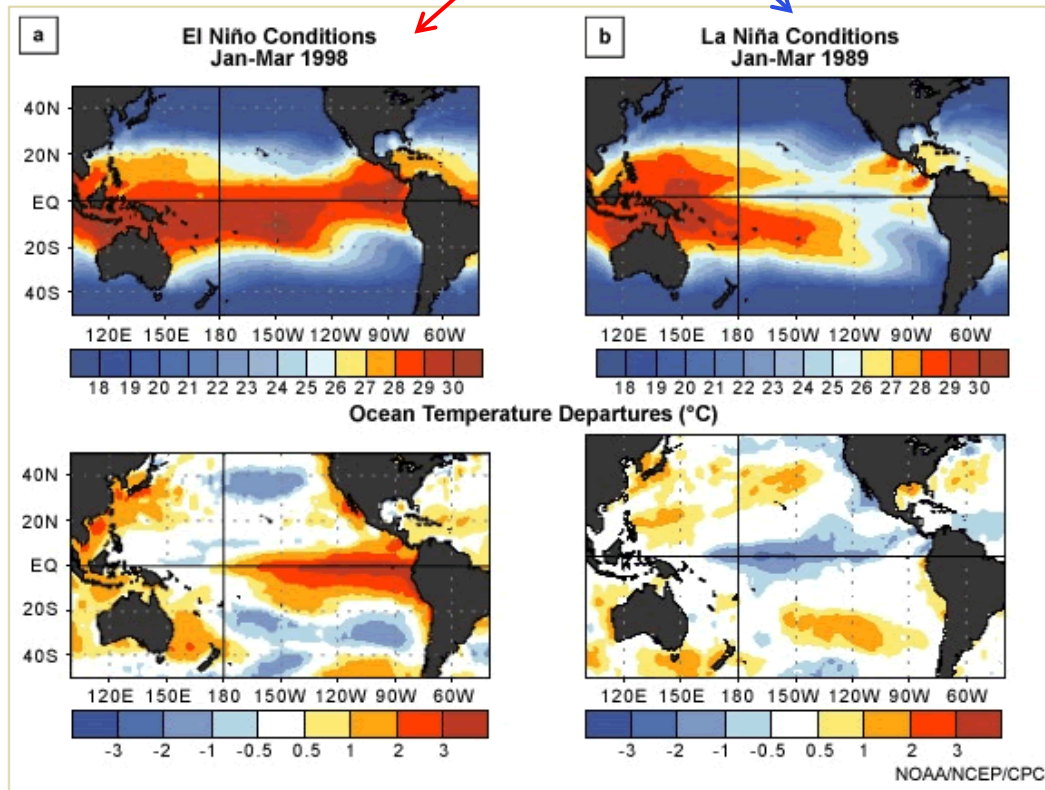
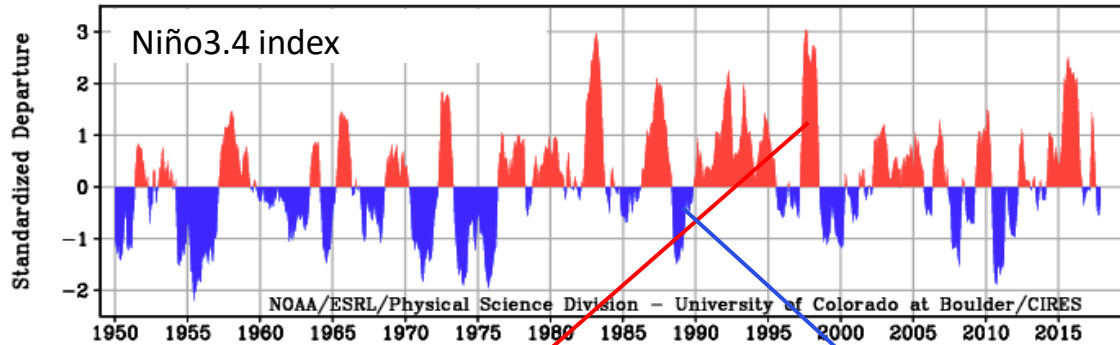


Global Tropical Moored Buoy Array Program Office, NOAA/PMEL



Variabilidad interanual en el Pacifico tropical

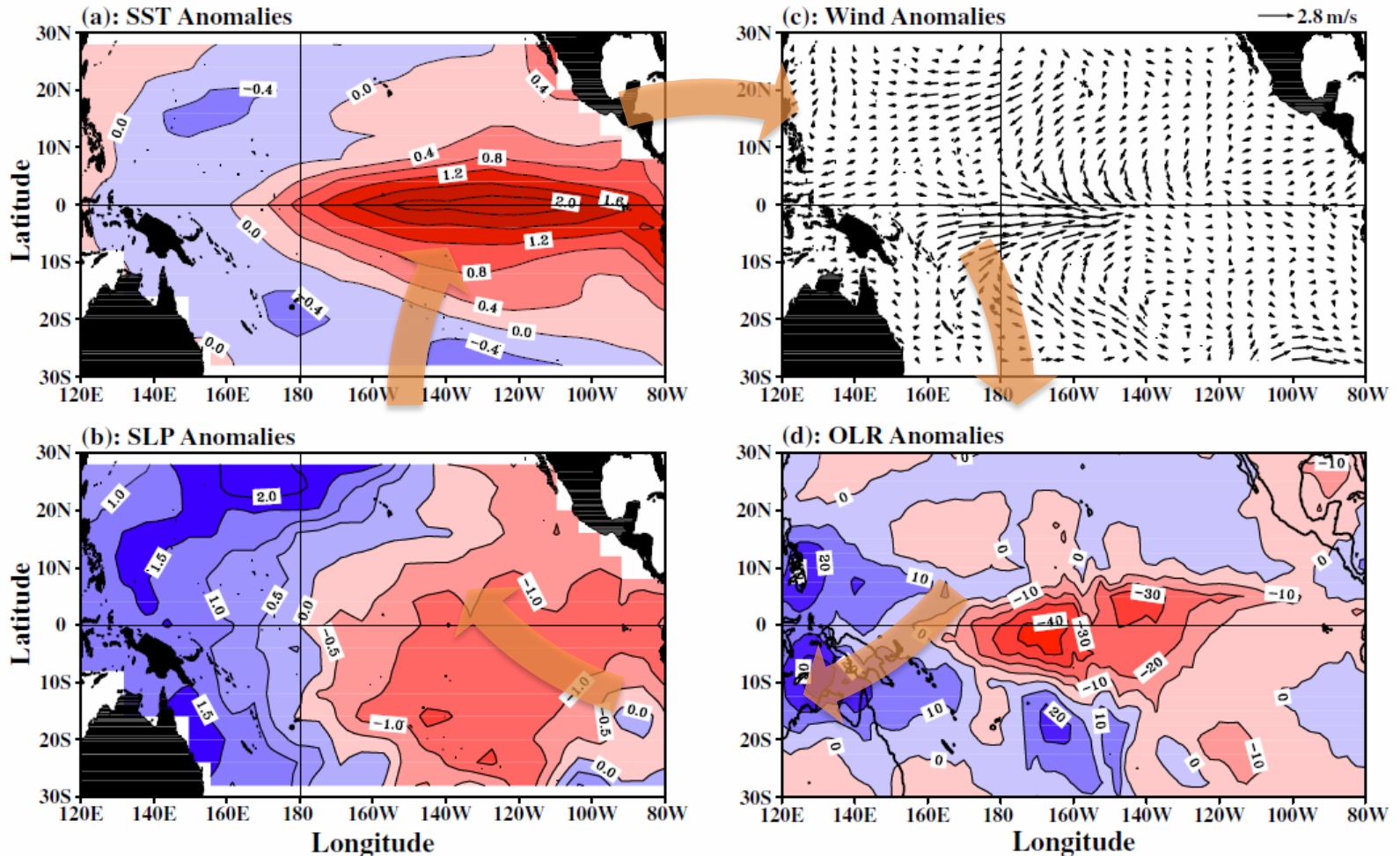
EN, LN (aT>0.5°C por 3 meses) : 1-2 años de duración, cada 3-7 años



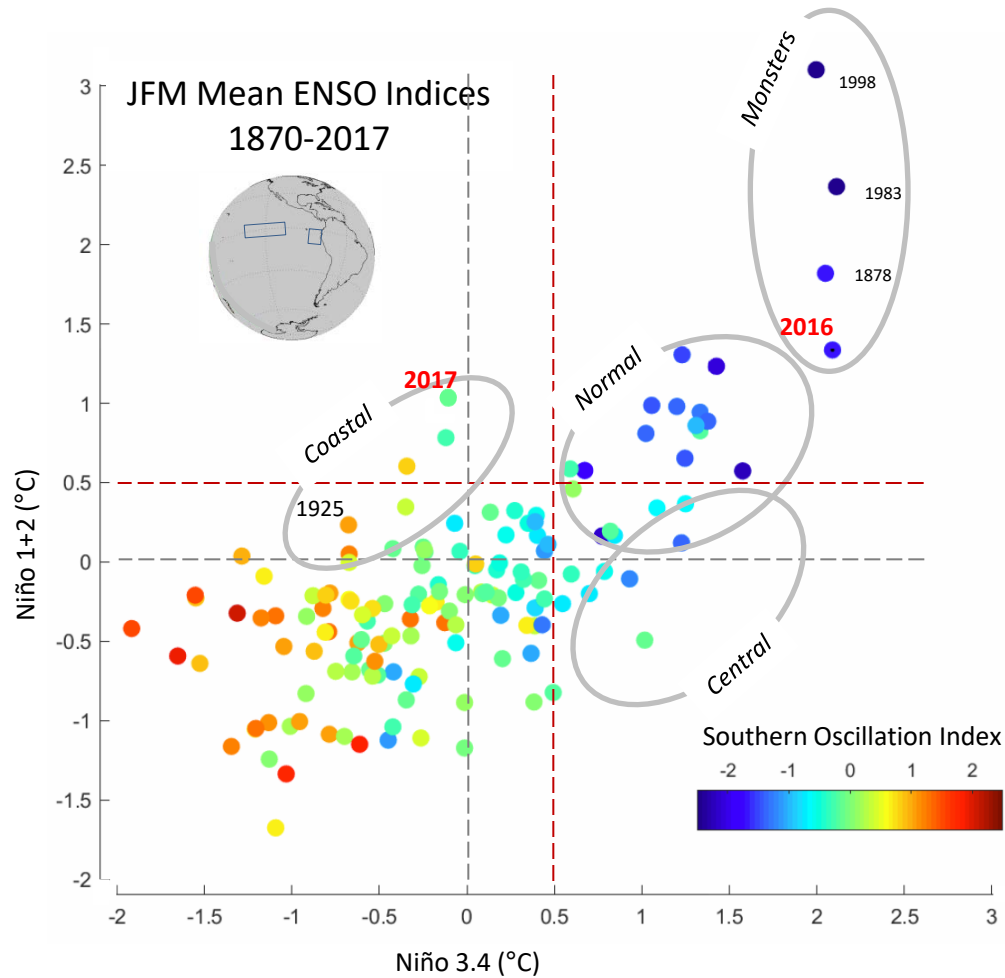
Mantenimiento de El Niño: Mecanismo de Bjerknes

(También refleja acoplamiento O-A: SST, SLP, Viento)

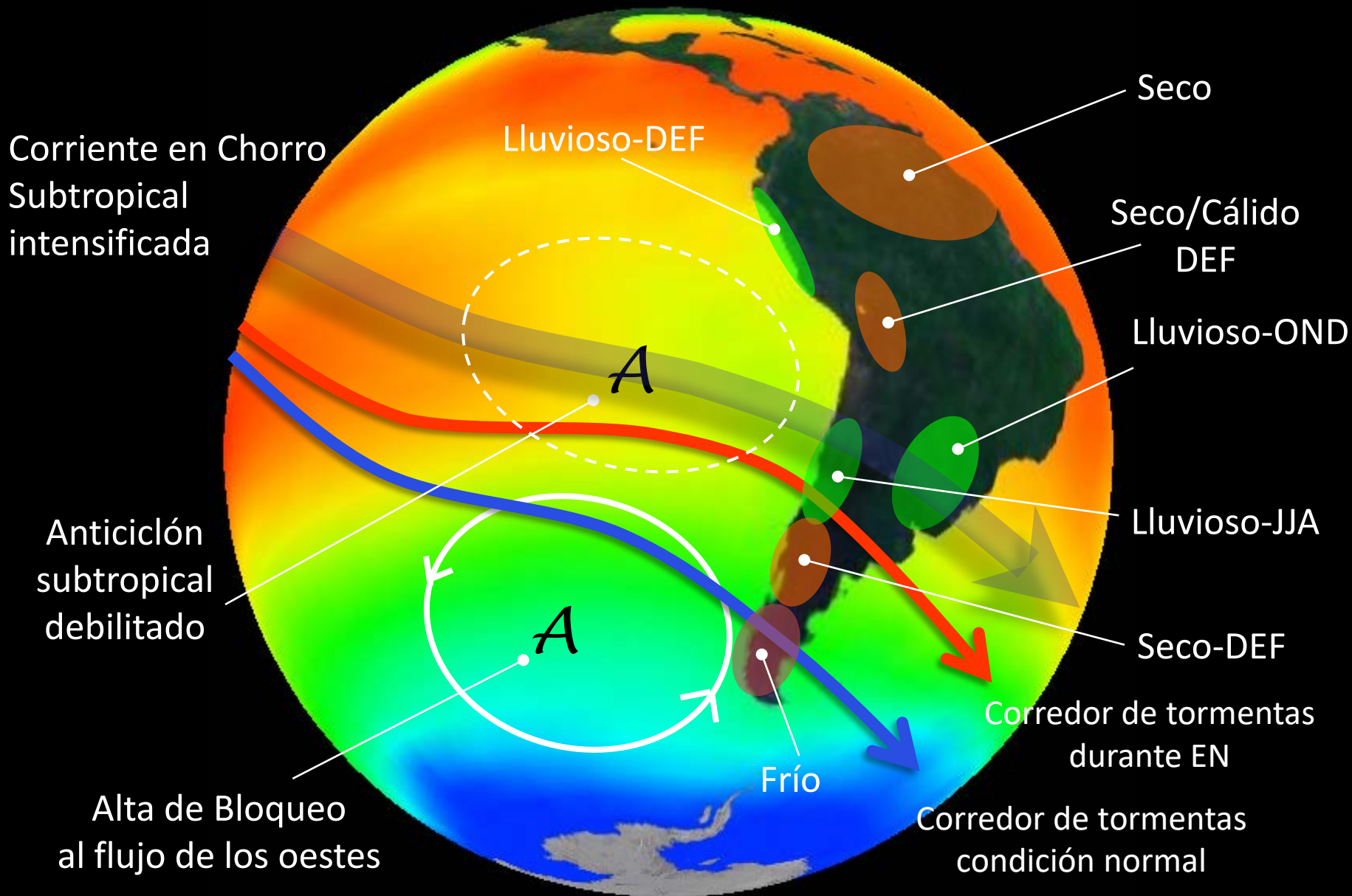
El Niño Composites



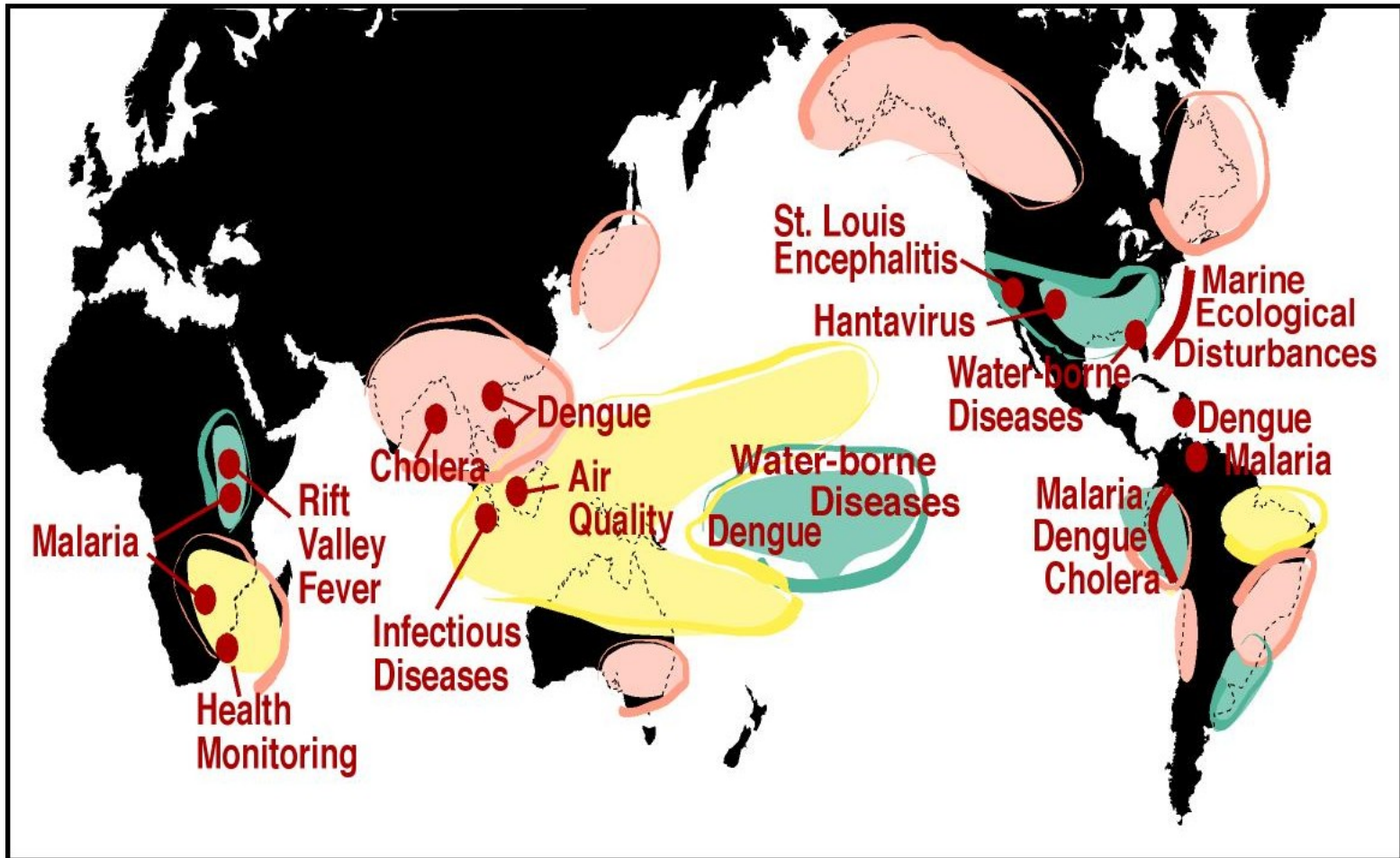
Diversidad de eventos El Niño/La Niña...



Principales impactos climáticos durante años El Niño



Exploring the Linkages between the El Niño-Southern Oscillation (ENSO) and Human Health



Generalized El Niño-Southern Oscillation (ENSO) Impacts

- | | |
|---|---|
| = DRY | = DRY & WARM |
| = WET | = WET & WARM |
| = WARM | = WET & COOL |

No es sorprendente entonces el gran interés en predicción de ENOS

ENSO: Recent Evolution, Current Status and Predictions

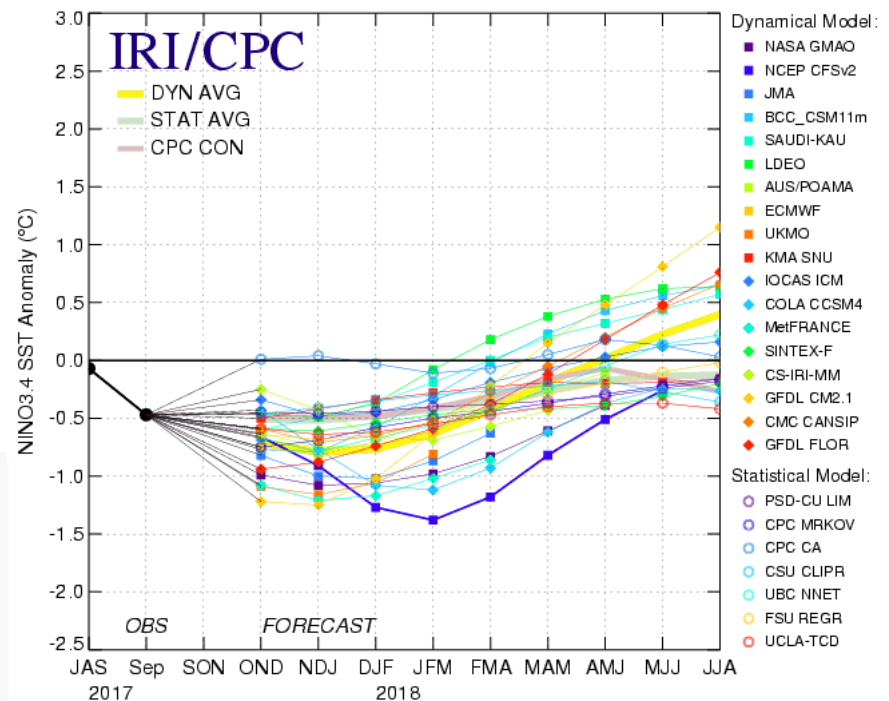


Update prepared by:
Climate Prediction Center / NCEP
23 May 2016

Boletines con información actualizada

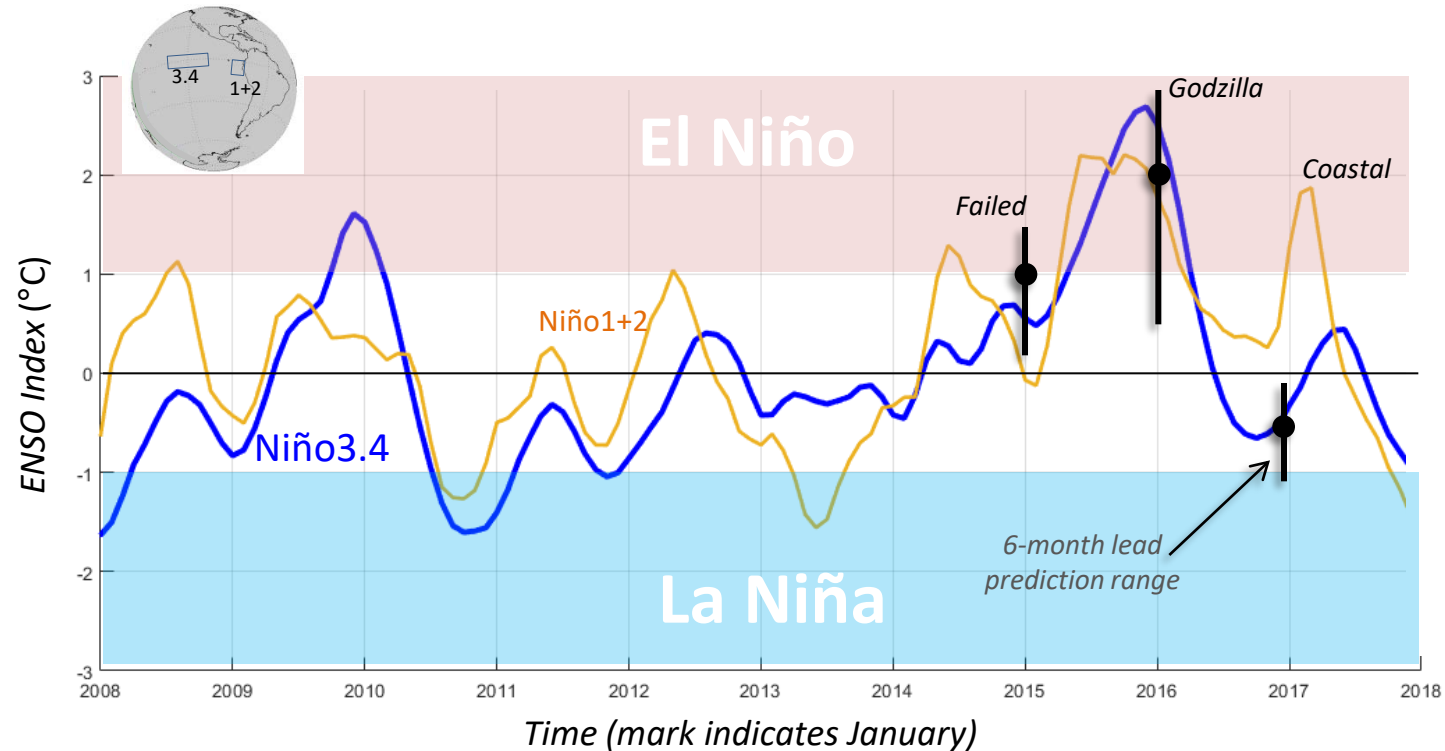
- Boletín de Alerta Climático (CPPS)
- Boletín de Alerta Climático (INOCAR)
- Boletín Oceanográfico (IMO)
- Boletín de Tendencias Climáticas (DMO)
- Boletín CIIFEN (CIIFEN)
- EL Niño/Oscilación del Sur discusión diagnóstica (NOAA)
- EL Niño/La Niña Hoy (OMM)
- ENSO Prediction (IRI)

Mid-Oct 2017 Plume of Model ENSO Predictions



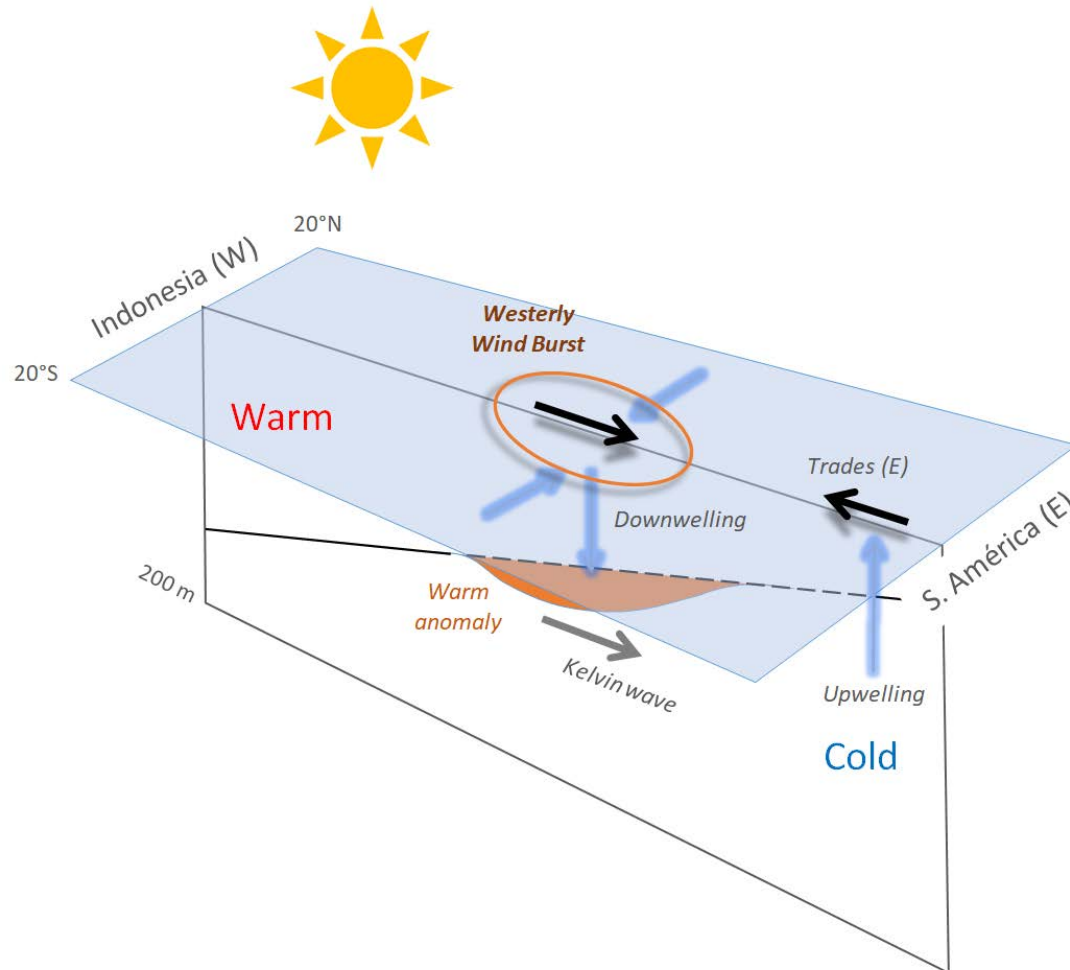
Que pasó en la última década?

Tres niños sorprendentes



Mecanismo de Bjerknes explica mantención de EN(LN)... pero cual es el gatillo?

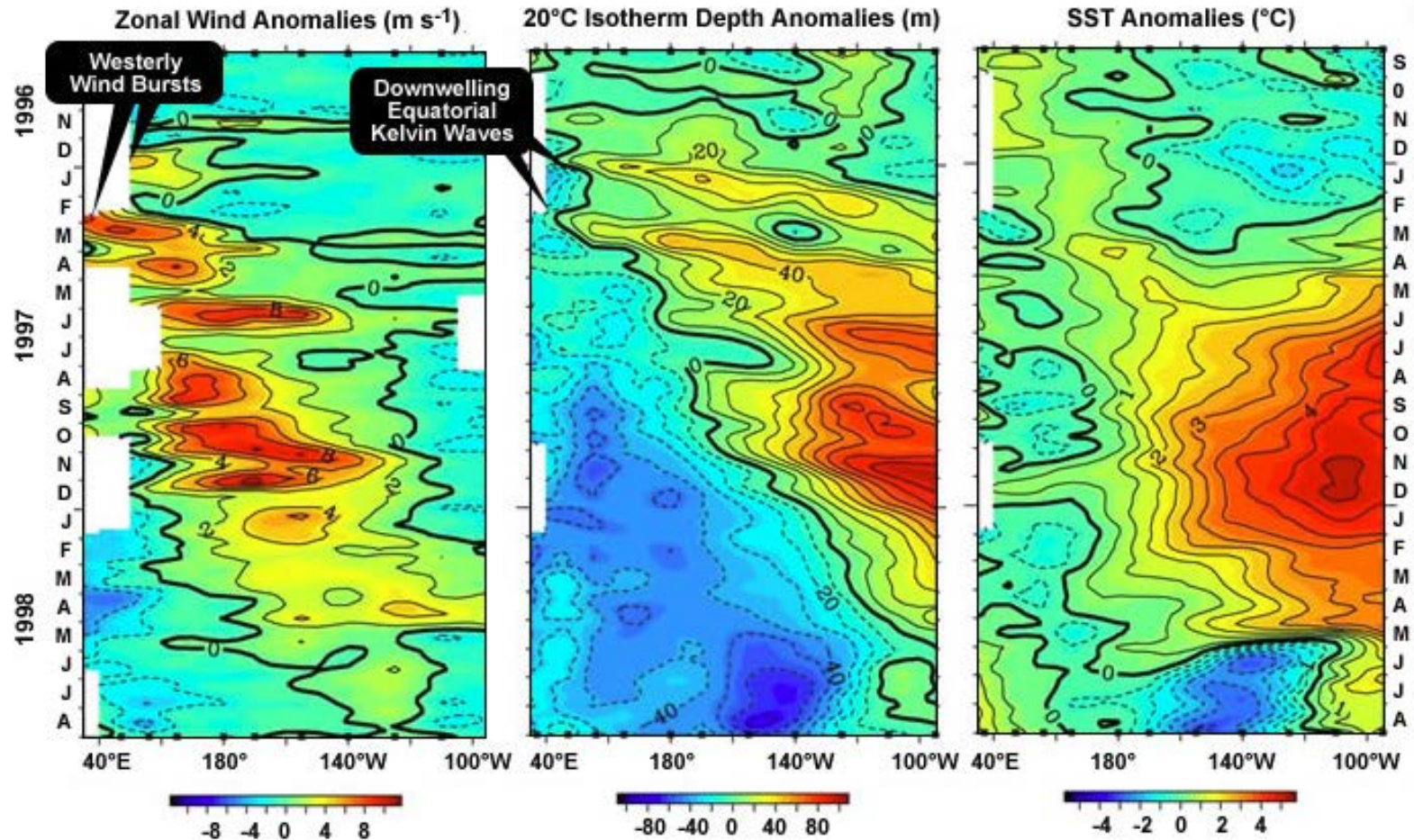
WWB: Westerly wind burst



Mecanismo de Bjerknes explica mantención de EN(LN)...
pero cual es el gatillo?

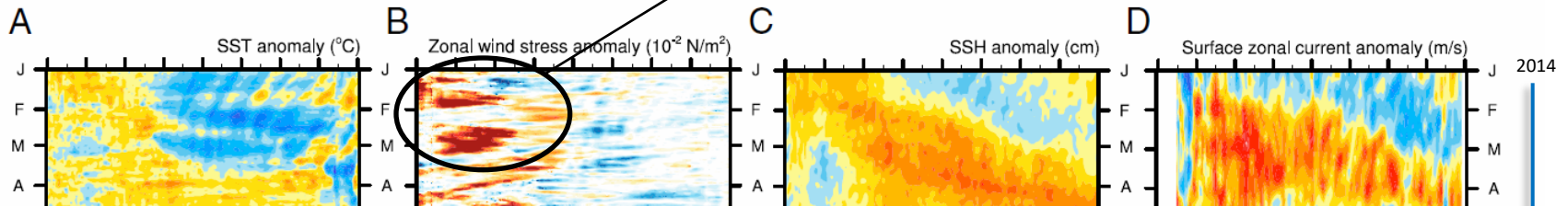
WWB: Westerly wind burst

Evolution of the 1997-98 ENSO (2°S-2°N Averages)



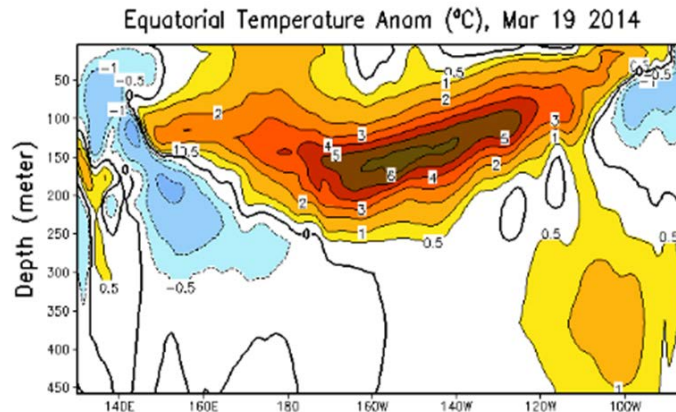
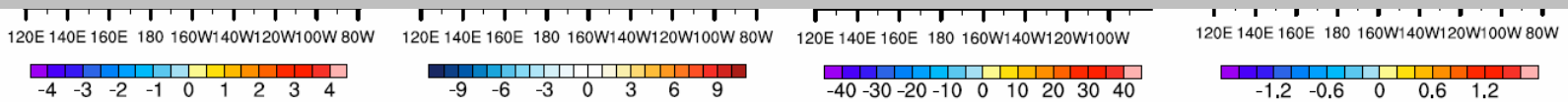
Que pasó el 2014?

WWB: Westerly wind burst

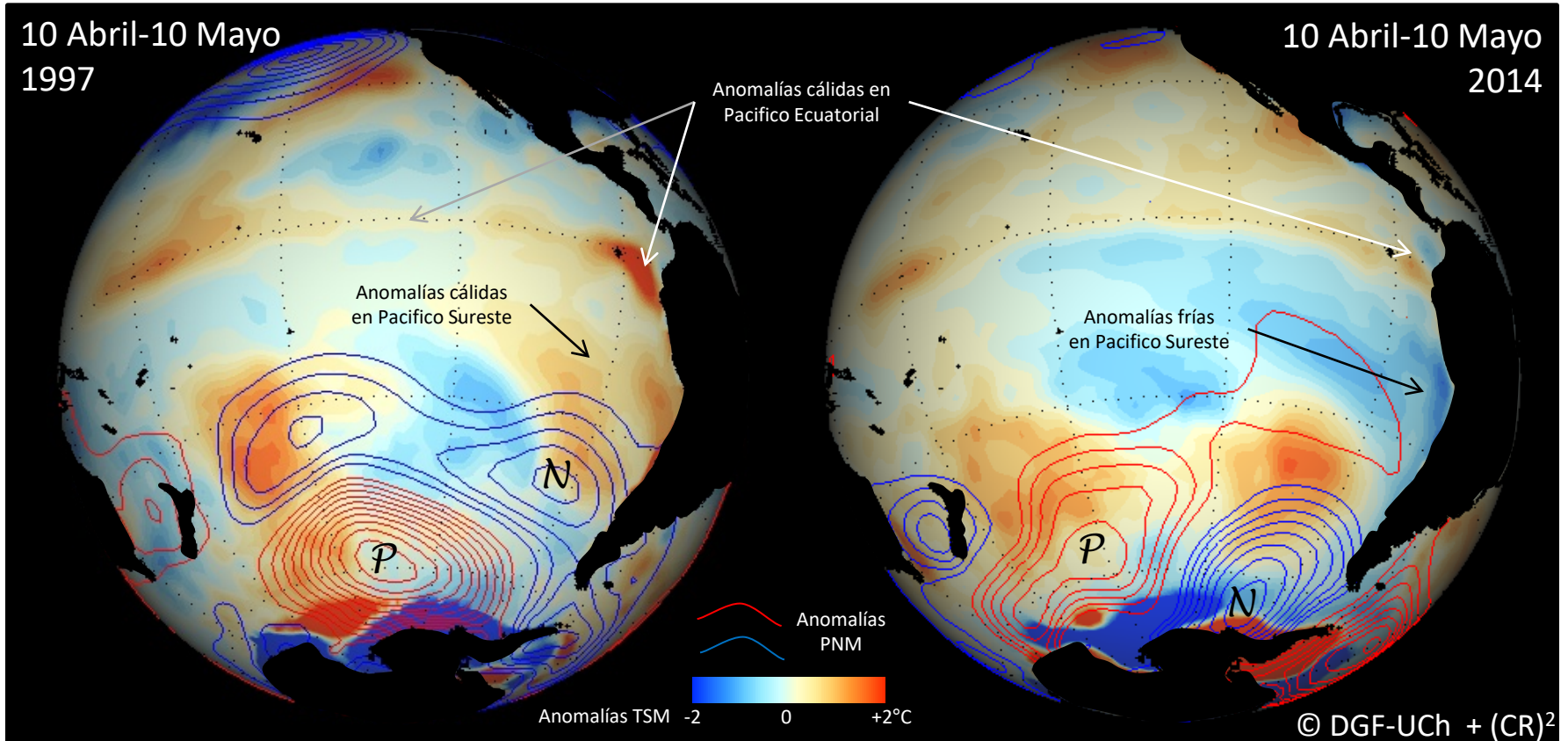


AUSTIN, June 12, 2014 – NOAA's Climate Prediction Center released its monthly **El Niño report** for May on June 5. The consensus probability that there will be El Niño conditions for the Northern Hemisphere summer jumped to 70 percent, getting as high as 80 percent by late fall and winter.

Last March saw the highest subsurface ocean temperatures ever measured so early in an El Niño event. Speculation suggested this year's event might be a repeat of the super El Niño of 1997-98. That one was the

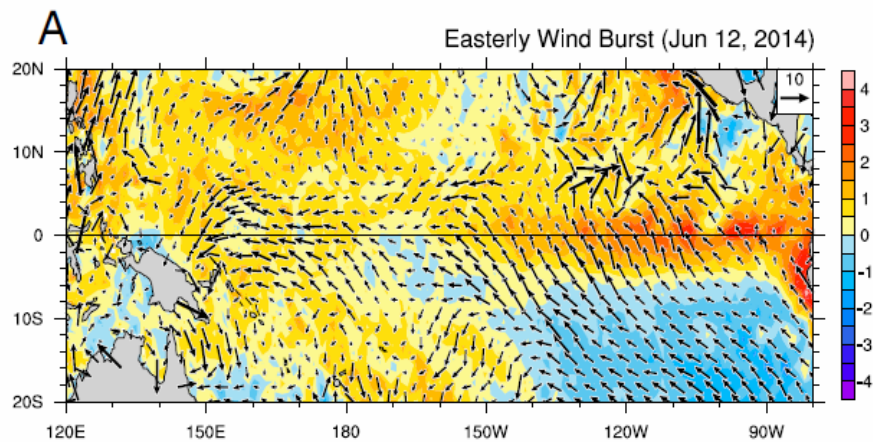
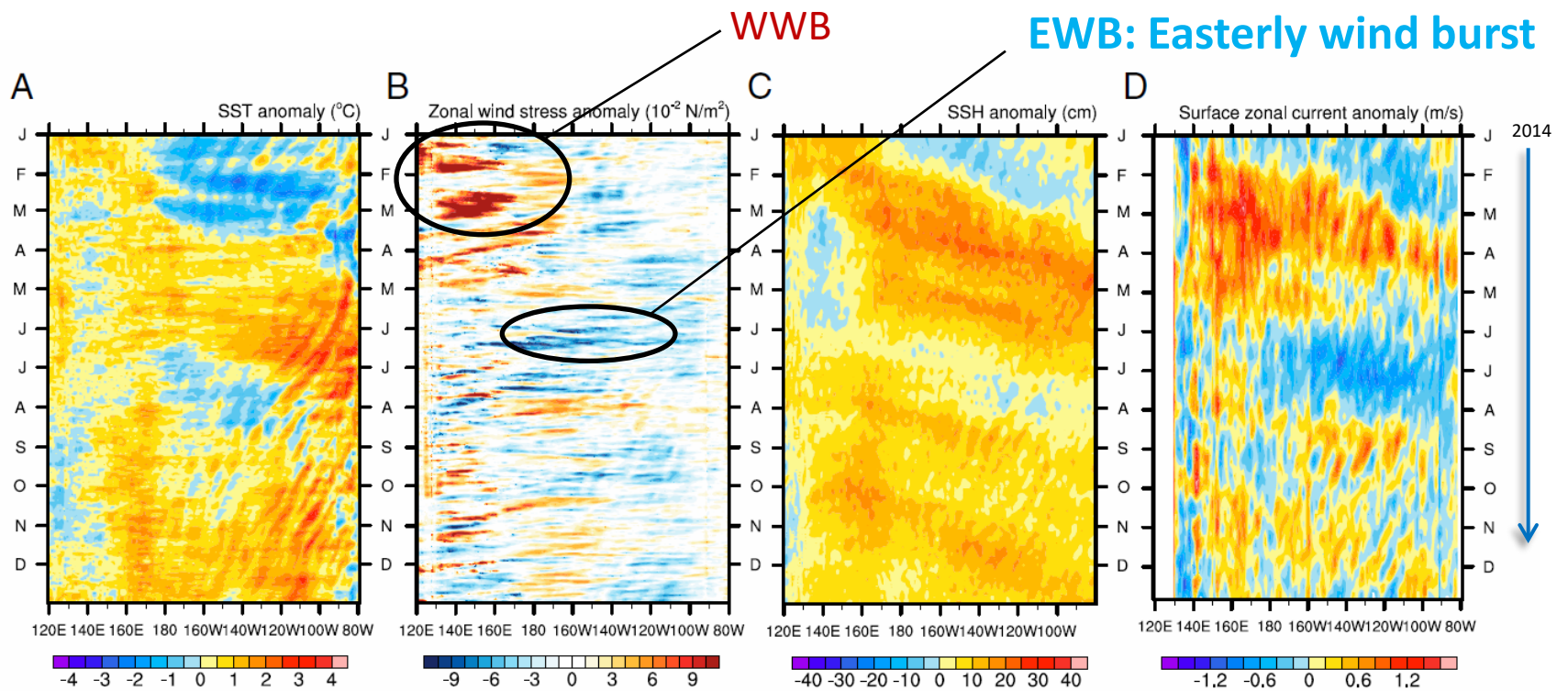


Parecidos pero no iguales...



Mapas de anomalías de la temperatura superficial del mar (TSM, colores, escala en °C) y presión a nivel del mar (PNM, contornos) para el periodo 10 Abril-10 de Mayo de 1997 (izquierda) y 10 Abril-10 de Mayo de 2014 (derecha). Anomalías calculadas como desviación con respecto al promedio climatológico. Los contornos de anomalías de PNM están cada 1.5 hPa, en rojo para anomalías positivas y azul para anomalías negativas. Letras P y N indican centro de anomalías positivas y negativas de PNM respectivamente Fuente de datos: *NCEP-NCAR Reanalysis* (<http://cdc.noaa.gov>).

Que pasó el 2014?



Exceptionally strong easterly wind burst stalling El Niño of 2014

Shineng Hu^a and Alexey V. Fedorov^{a,1}

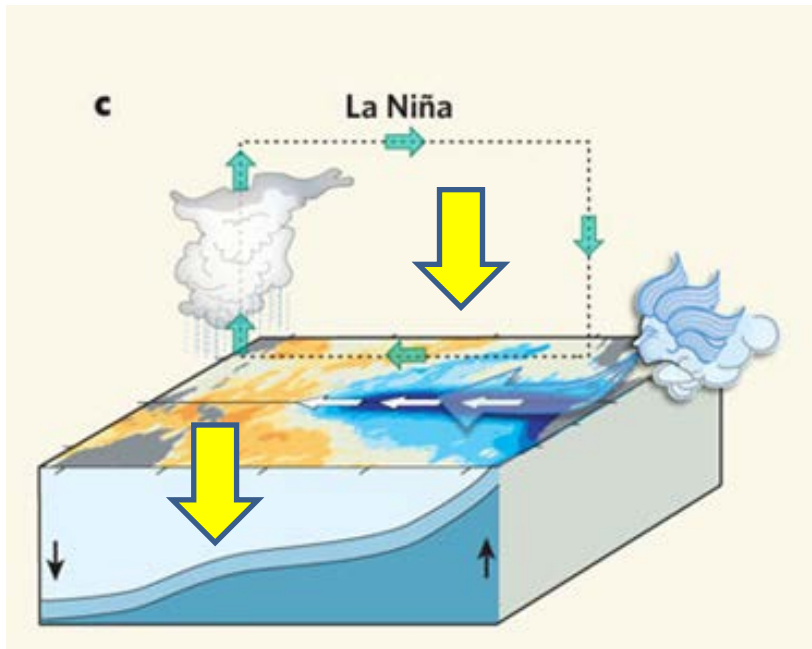
^aDepartment of Geology and Geophysics, Yale University, New Haven, CT 06511

Our findings suggest that EWBs, when occurring during the development phase of El Niño, represent another important factor limiting this predictability. A more comprehensive investigation of EWBs will be needed to address all relevant questions, including for example, what causes EWBs during El Niño development...

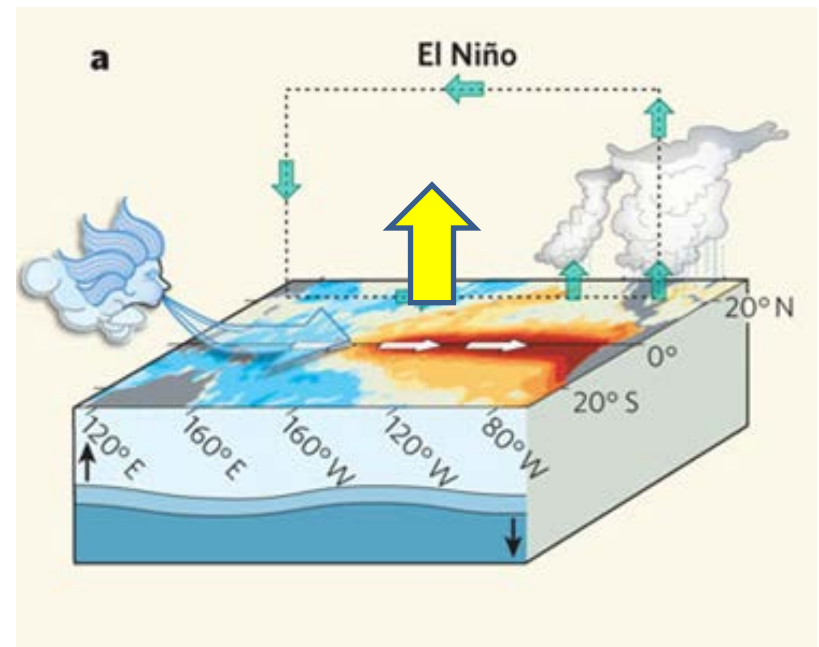
...the occurrence of the June of 2014 EWB, the strongest during satellite observations, coincided with the negative phase of the Pacific Decadal Oscillation, with persistently stronger easterly Trade winds....

Buuu....El Niño 2014 “falló” pero sembró una buena semilla....

Fases ENSO como un sistema de carga/descarga de Energía



Alisios más intensos / Mayor Insolación
Mayor surgencia en Pac. Oriental
Mayor hundimiento en Pac. Occidental
Energía ingresa al océano
Corrientes distribuyen el calor lateralmente



Alisios más débiles
Menor surgencia en Pac. Oriental
Aumento de evaporación (LE)
Energía sale del océano
Atmosfera distribuye la energía globalmente

How the July 2014 easterly wind burst gave the 2015–2016 El Niño a head start

Aaron F. Z. Levine¹ and Michael J. McPhaden¹

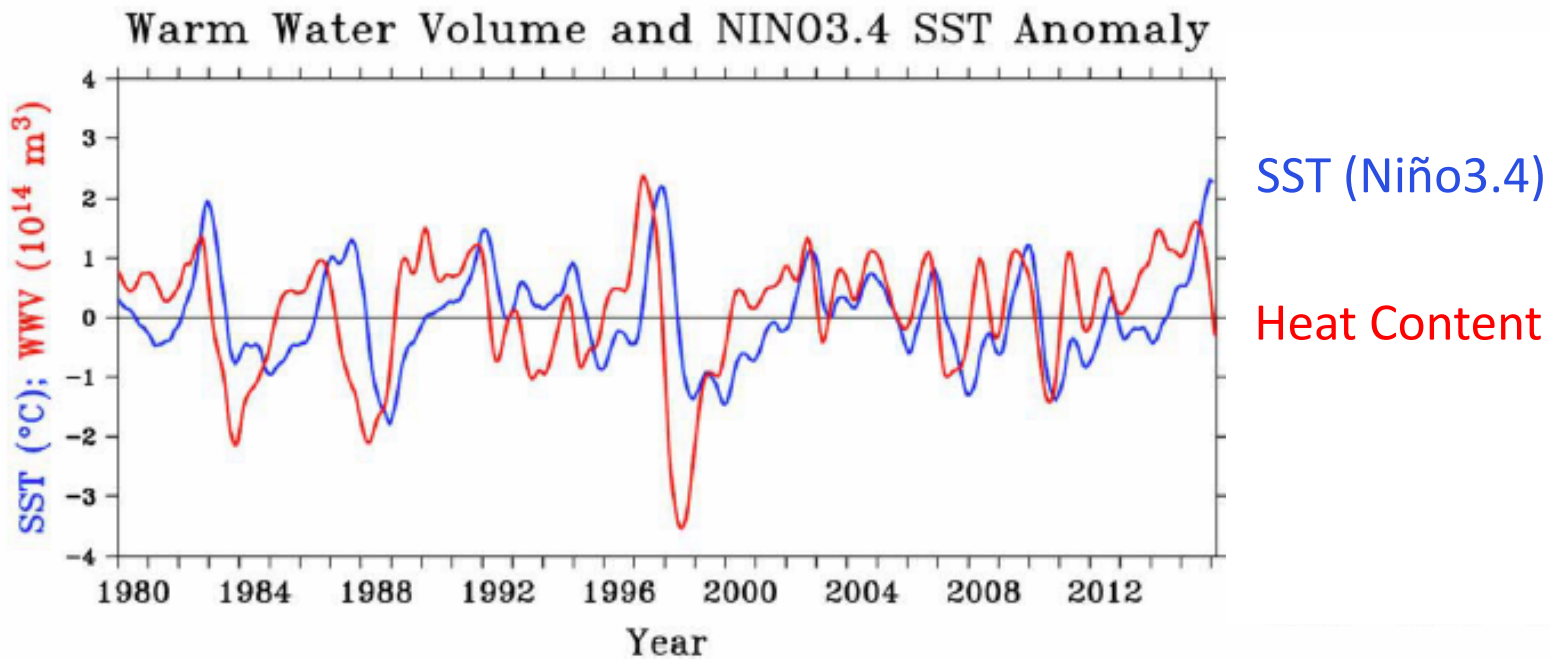


Figure 1. Time series of WWV and Nino3.4 from 1980-present using ERSSTv4. (left) Five month running means. (right) Monthly means since 2013, with the dashed blue line being the 0.5°C threshold for El Niño events and the dashed red line being $1 \times 10^{14} \text{ m}^3$, a WWV threshold for the development of El Niño events.

How the July 2014 easterly wind burst gave the 2015–2016 El Niño a head start

Aaron F. Z. Levine¹ and Michael J. McPhaden¹

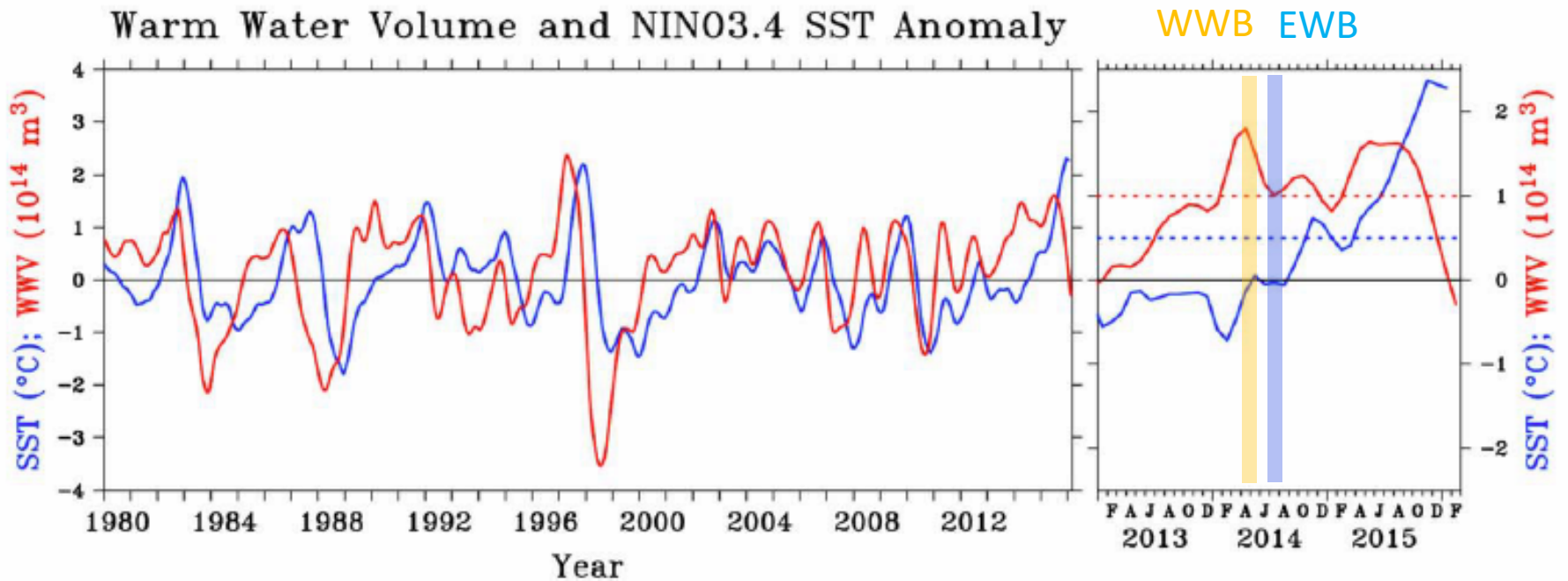
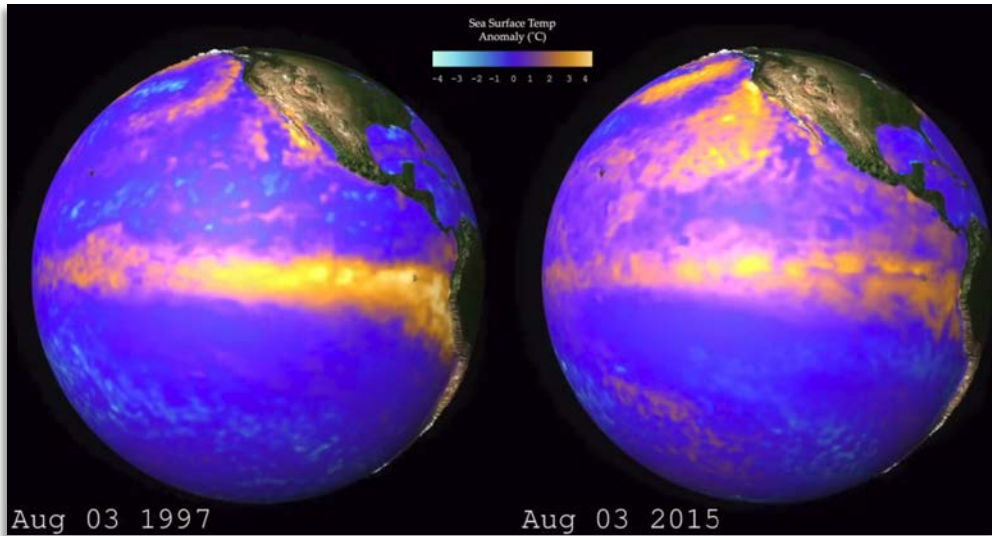


Figure 1. Time series of WWV and Nino3.4 from 1980-present using ERSSTv4. (left) Five month running means. (right) Monthly means since 2013, with the dashed blue line being the 0.5°C threshold for El Niño events and the dashed red line being $1 \times 10^{14} \text{ m}^3$, a WWV threshold for the development of El Niño events.

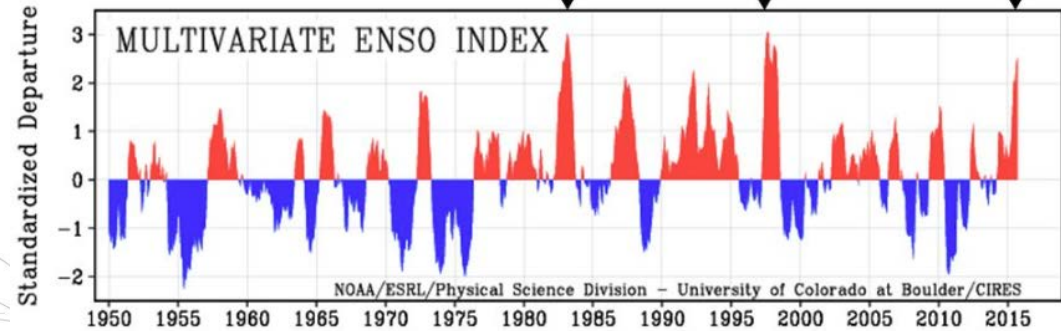
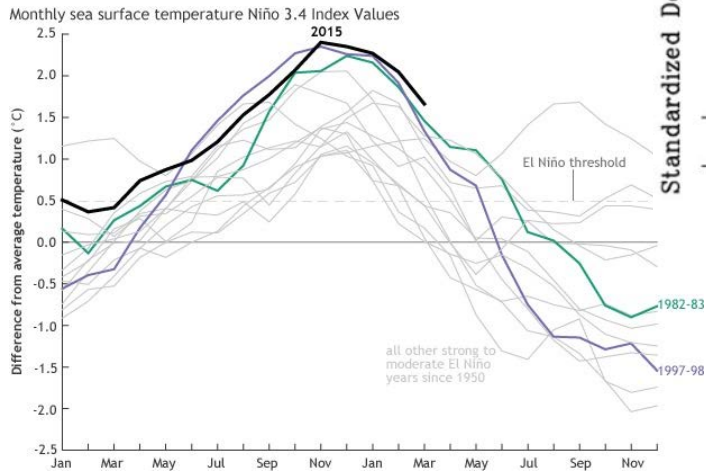
Finalmente la energía se descargó



#1: 1997-1998

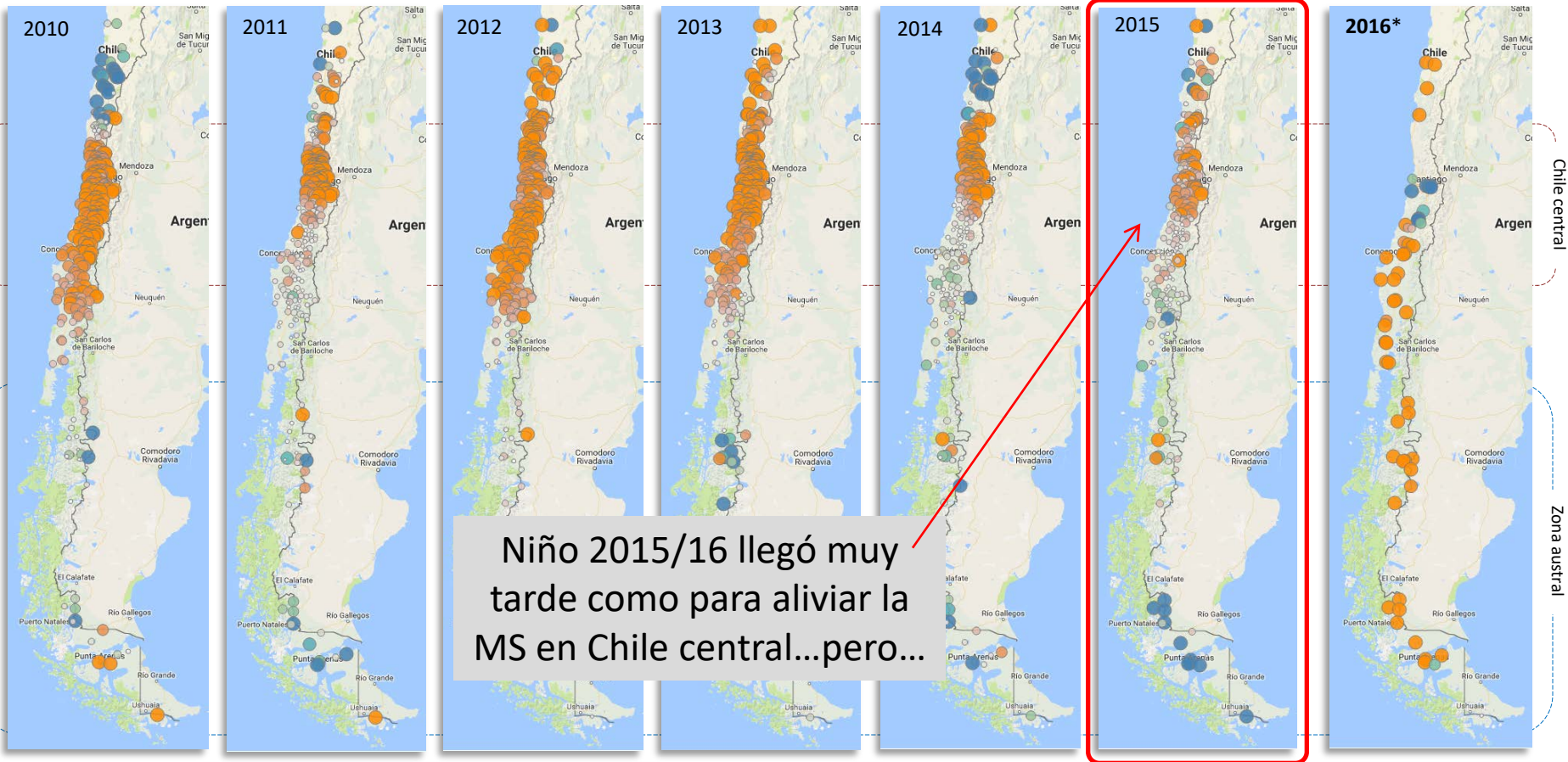
#2: 1982-1983

#3: 2015-2016
????



Anomalías Pluviométricas Abril-Septiembre

Mega sequía



Niño 2015/16 llegó muy tarde como para aliviar la MS en Chile central...pero...

(% respecto a la climatología)

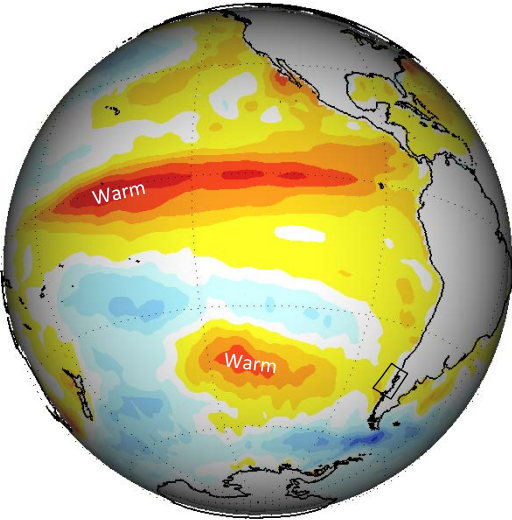


-50 -33 -17 0 +17 +33 +50

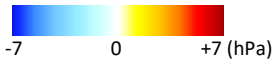
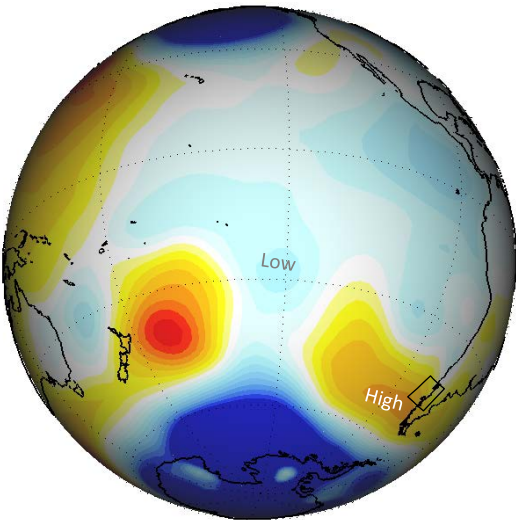
(*): Abril-Julio
 Data: DMC+DGA+Agro
<http://explorador.cr2.cl/>

Large scale conditions JFMA 2016

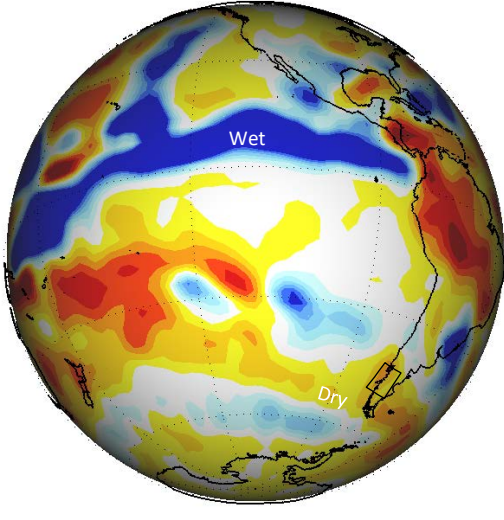
(a) SST (NOAA OI)



(c) SLP (NNR)



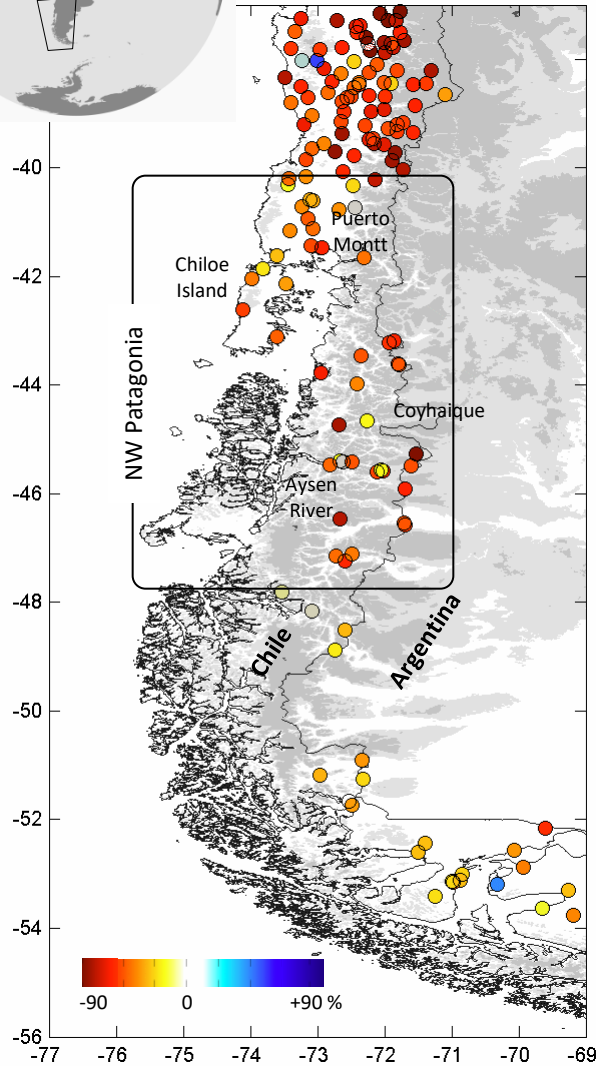
(b) Precipitation (CMAP)



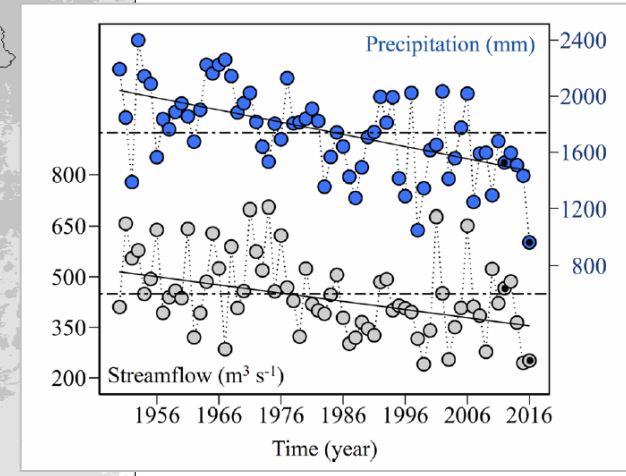
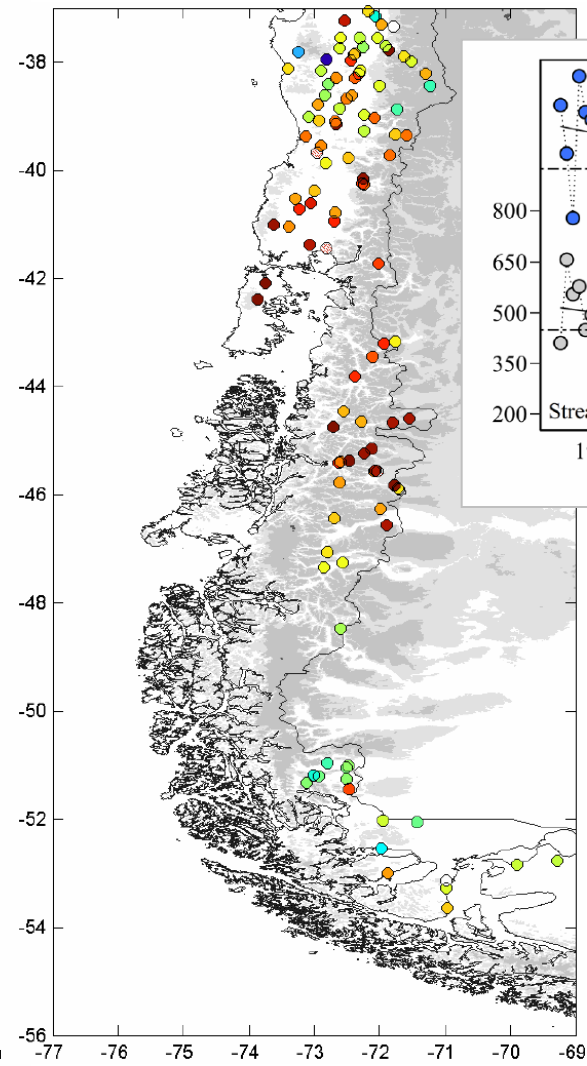
The awful 2016



(a) Precipitation anomalies



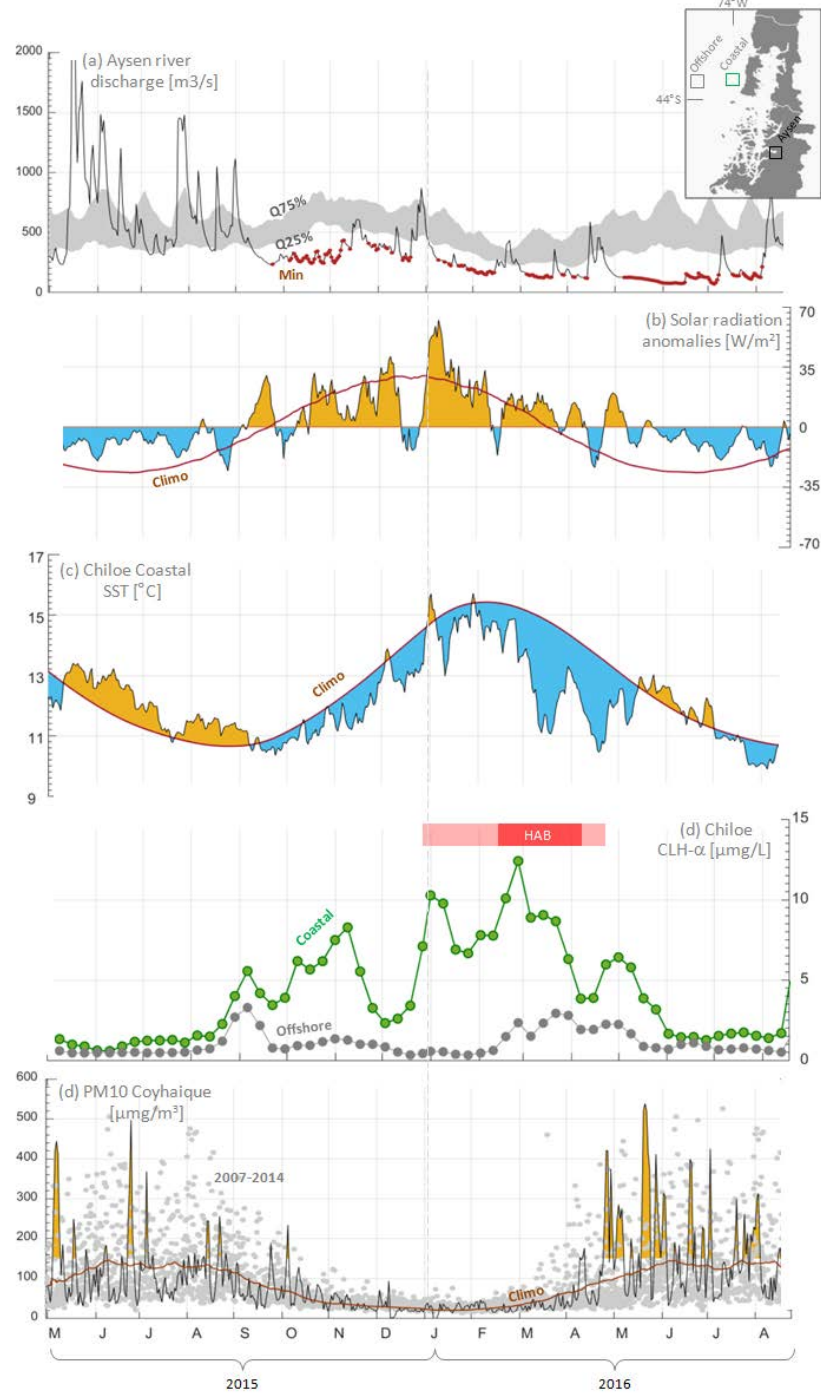
(a) Streamflow anomalies



Leon et al. 2018

Garreaud 2018a

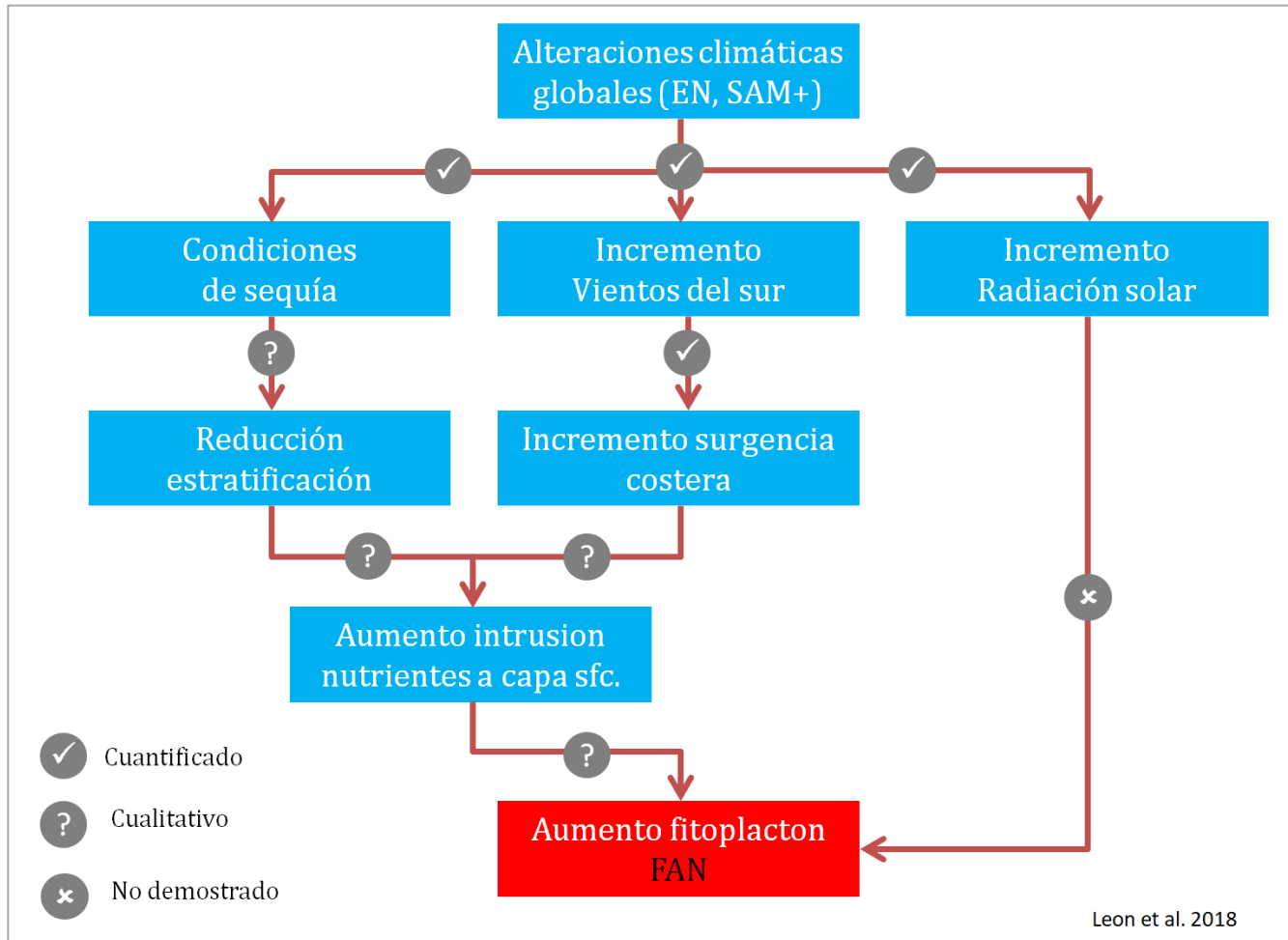
The awful 2016



SCIENTIFIC REPORTS

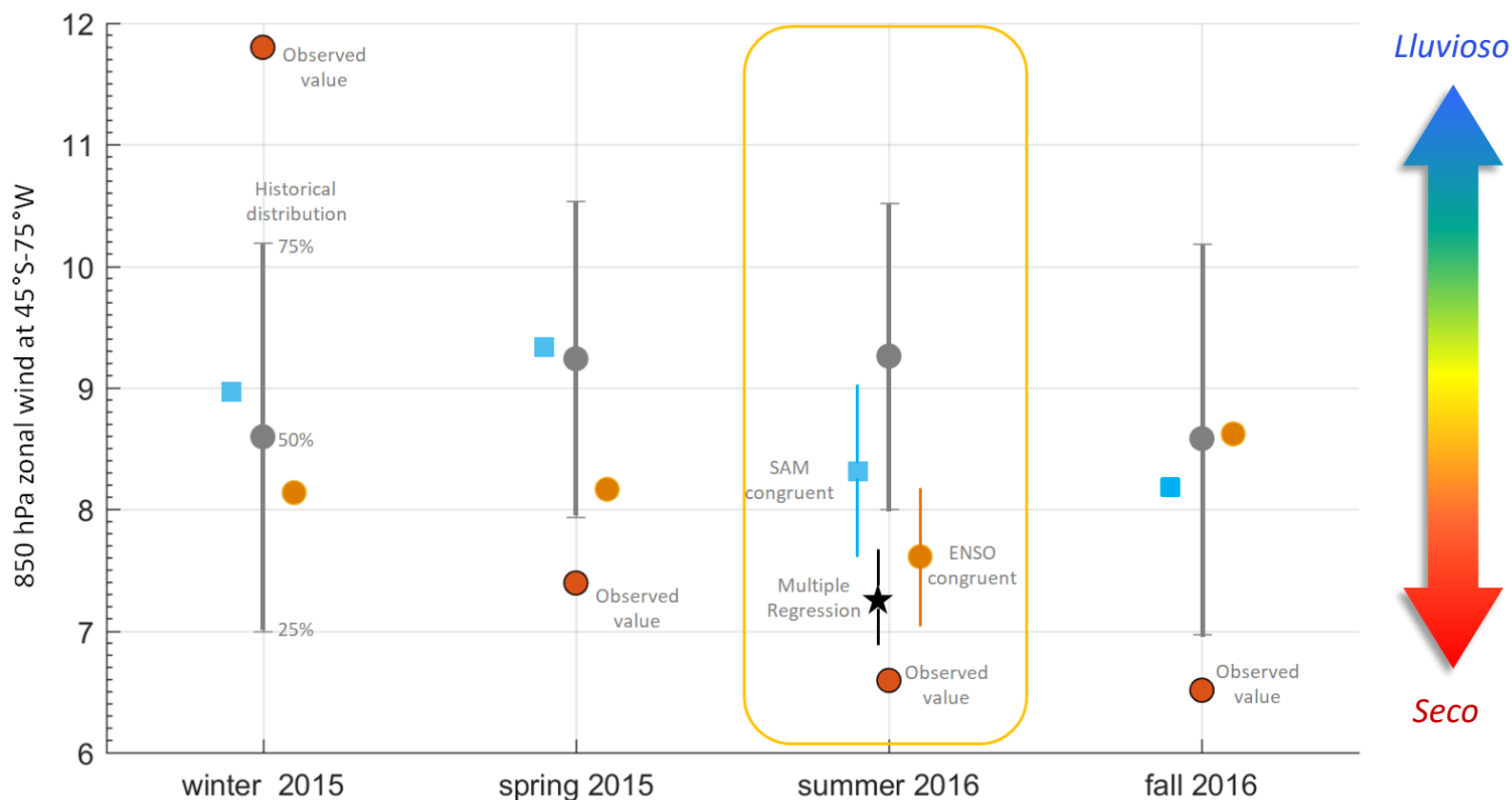
OPEN Hydroclimatic conditions trigger record harmful algal bloom in western Patagonia (summer 2016)

Jorge León-Muñoz¹, Mauricio A. Urbina², René Garreaud^{3,4} & José Luis Iriarte^{5,6,7}

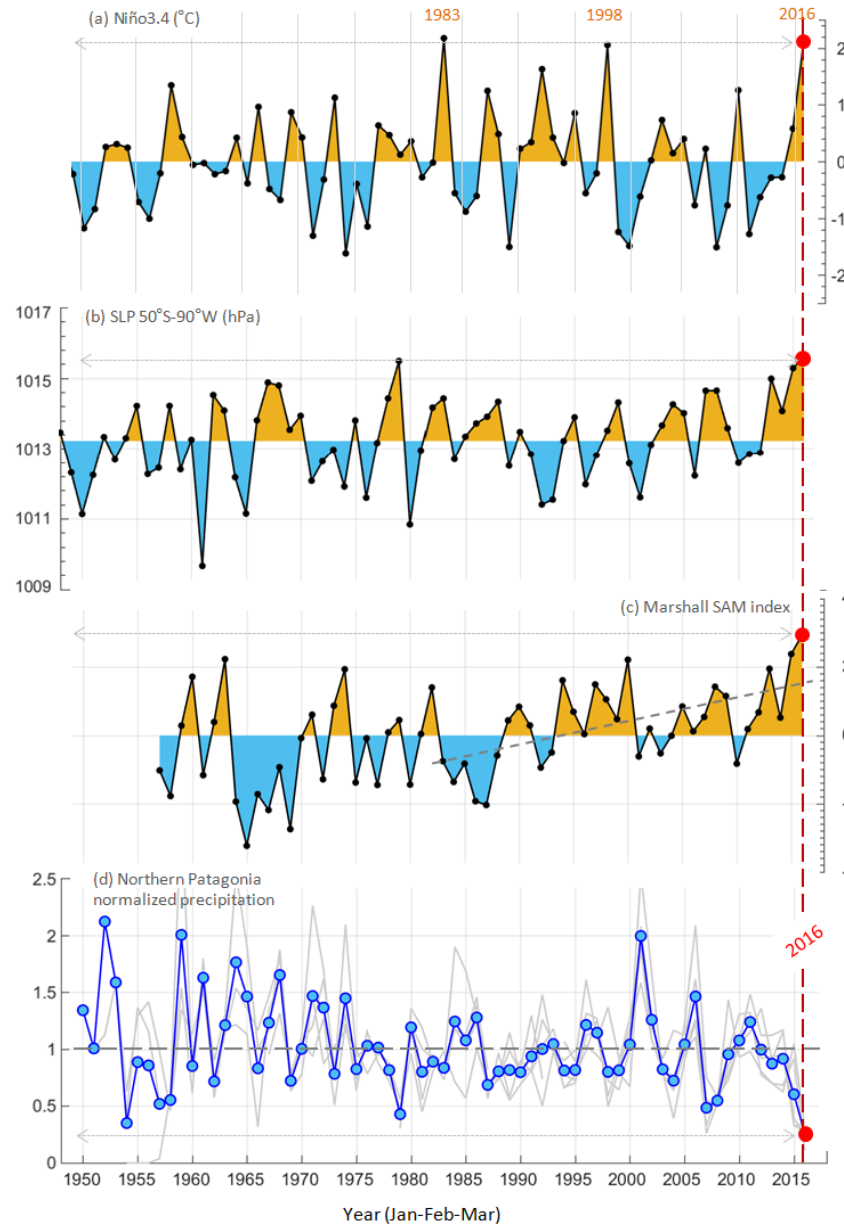


Large Scale conditions – JFM 2016

El Niño no fue suficiente para explicar la sequia....



Large scale conditions JFMA 2016



El Niño!
Natural....

$$r = -0.2$$

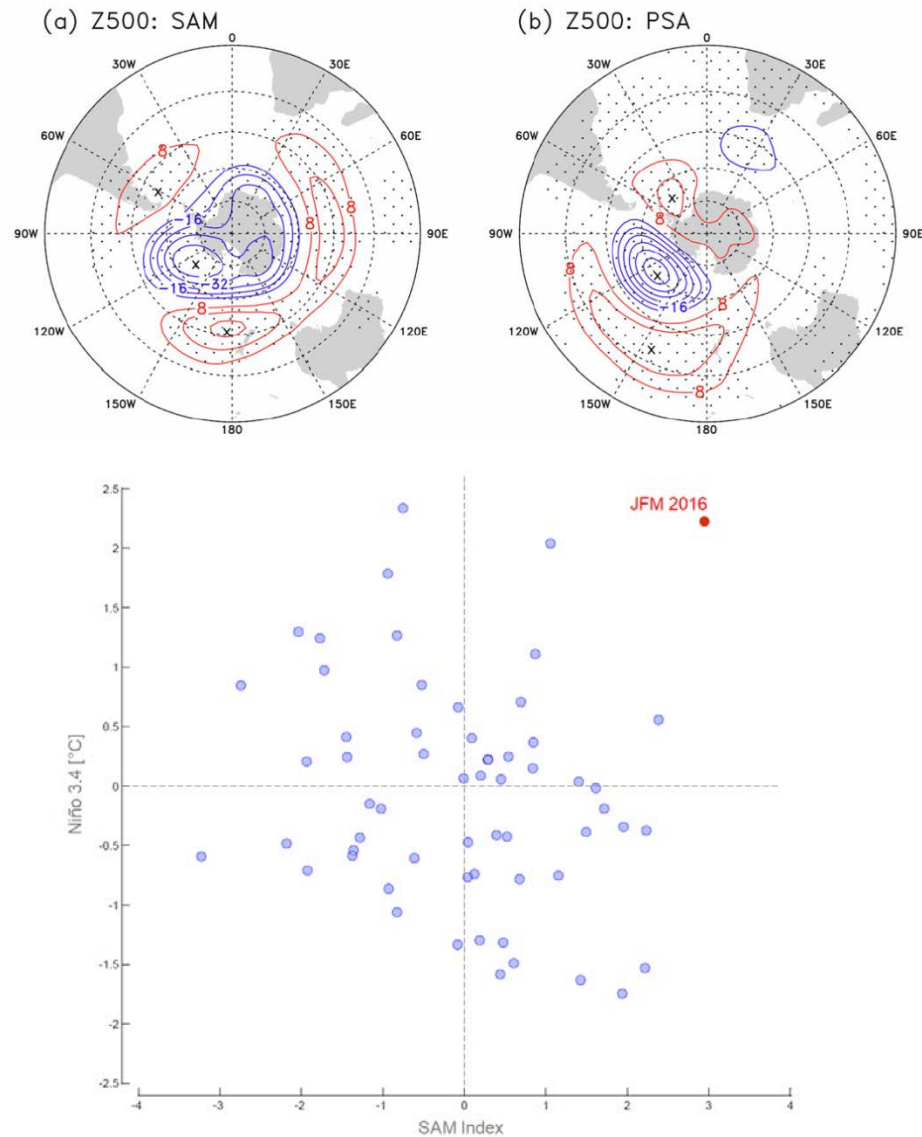
SAM!
Anthropogenic

La ocurrencia EN y SAM+ no es común y generó la tormenta perfecta Mas en el futuro?

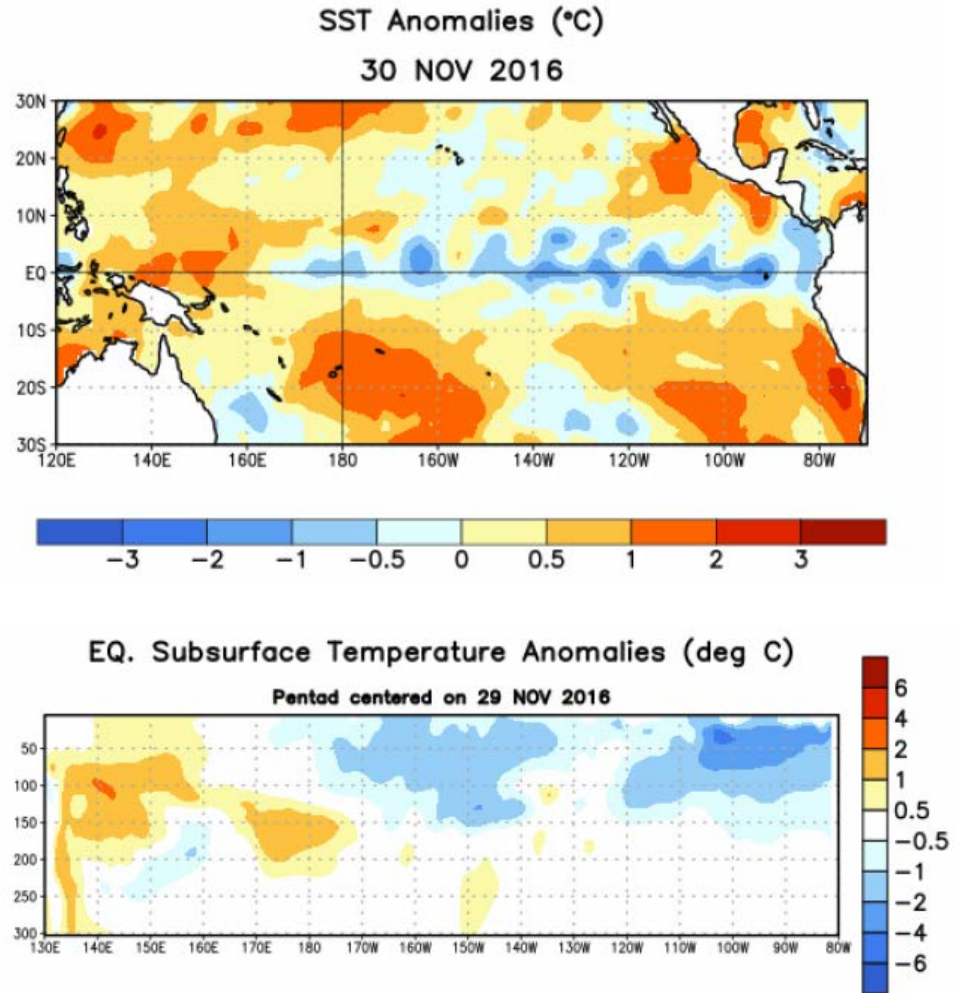
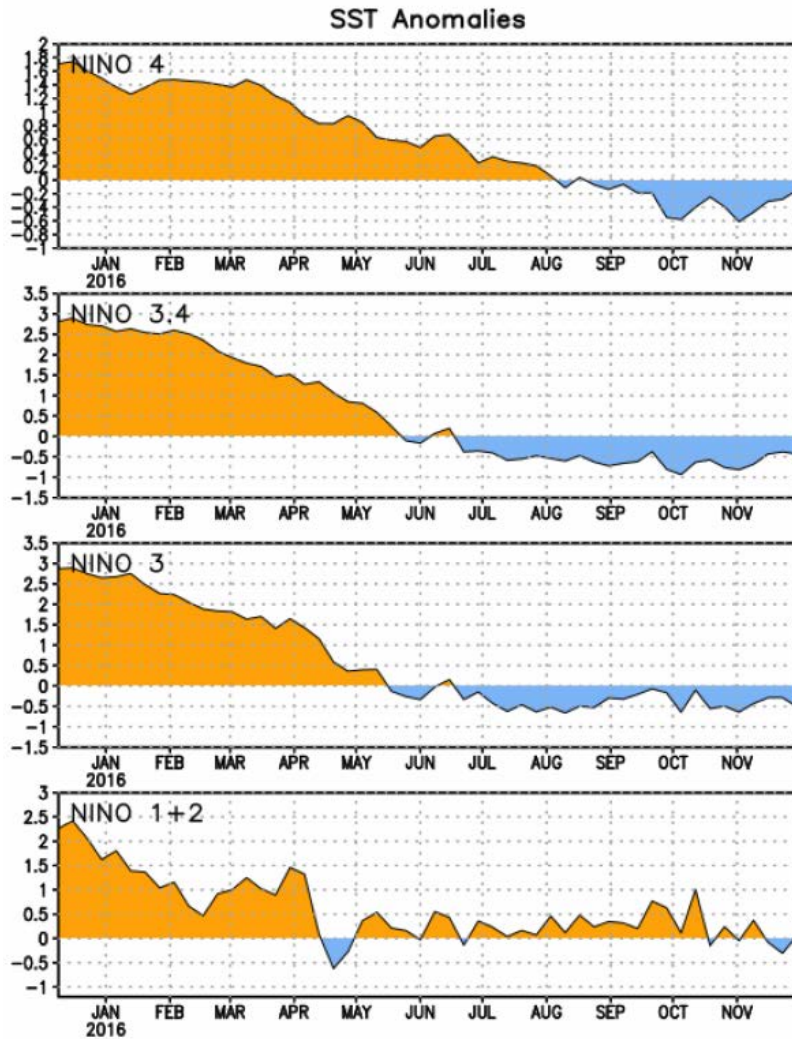
1 DECEMBER 2015

YU ET AL.

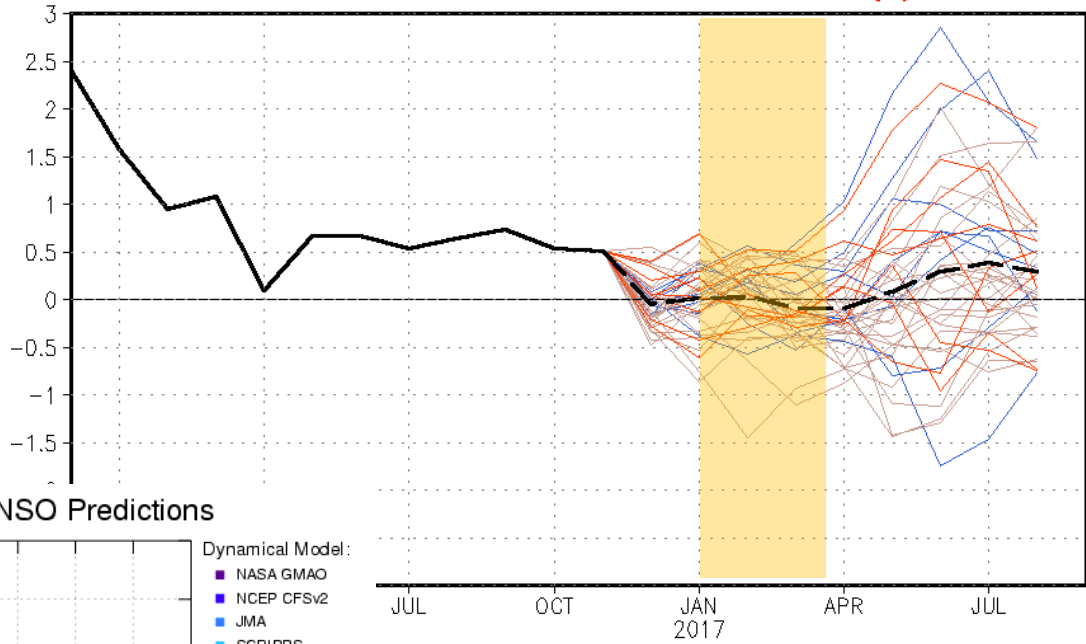
9395



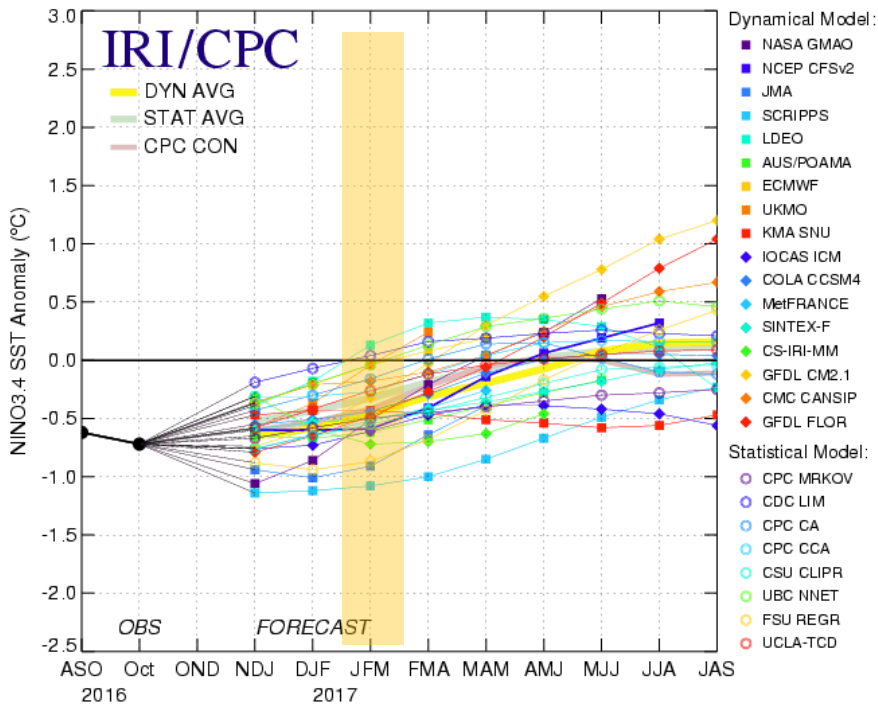
Y bueno, después del calentamiento...(EN2016)



CFSv2 forecast Nino1+2 SST anomalies (K)



Mid-Nov 2016 Plume of Model ENSO Predictions



Perspectivas para el
verano 2017....
Frío, frío



COMITÉ MULTISECTORIAL ENCARGADO DEL ESTUDIO NACIONAL DEL FENÓMENO EL NIÑO (ENFEN)

COMUNICADO OFICIAL ENFEN N° 16-2016

Continuarán las condiciones neutras frente a la costa del Perú hasta finales del próximo verano

El Comité Multisectorial encargado del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (ENFEN) mantiene el estado de Alerta "No activo"¹. Sin embargo, la temperatura superficial del mar (TSM), a lo largo de la franja costera del Perú, continuó ligeramente por encima del promedio, aunque dentro del rango neutral.

Para el próximo verano, El Comité Multisectorial ENFEN, en base al juicio experto y al análisis de los pronósticos nacionales e internacionales y de las observaciones, mantiene la mayor probabilidad de ocurrencia (80%) que se presenten condiciones neutras del Pacífico Oriental.



Secretaría de
Gestión de Riesgos

4. Perspectivas

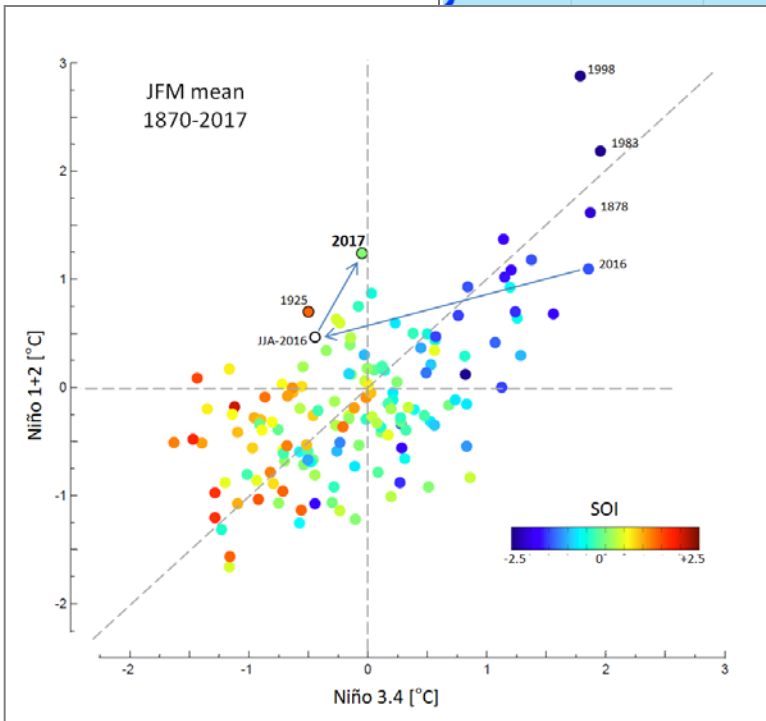
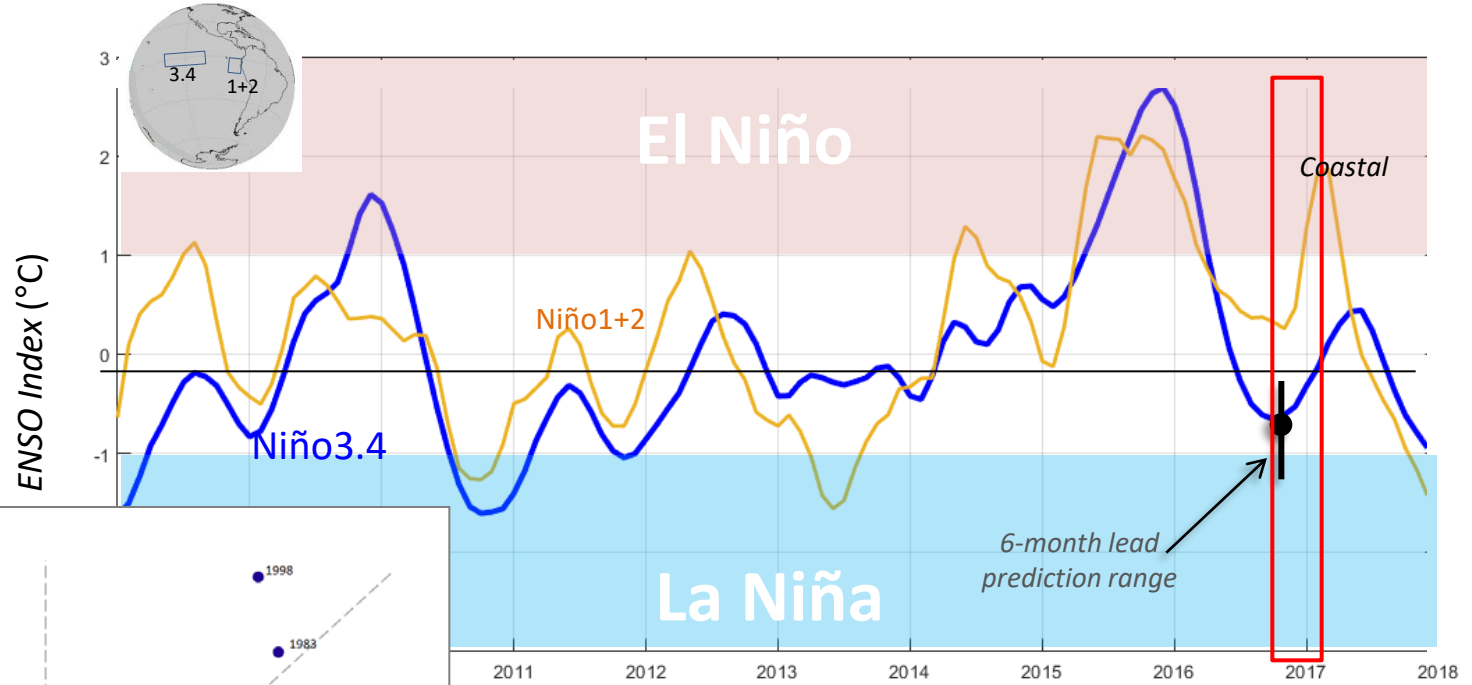
La evolución de la variabilidad intraestacional, permite prever una fase convectiva para los próximos días, con una señal importante durante el periodo 15-20 enero 2017. Esta situación incrementa la posibilidad de presentarse episodios de lluvias de intensidad entre moderadas a puntualmente fuertes, sobre todo hacia el interior de la región litoral y región oriental; en la región interandina se prevé precipitaciones dispersas y en la región insular precipitaciones leves y aisladas.

En el pronóstico del mes de enero del 2017, los valores de la componente de precipitación de las estaciones costeras de INOCAR se encuentran dentro de condiciones de precipitación normal para el mes.

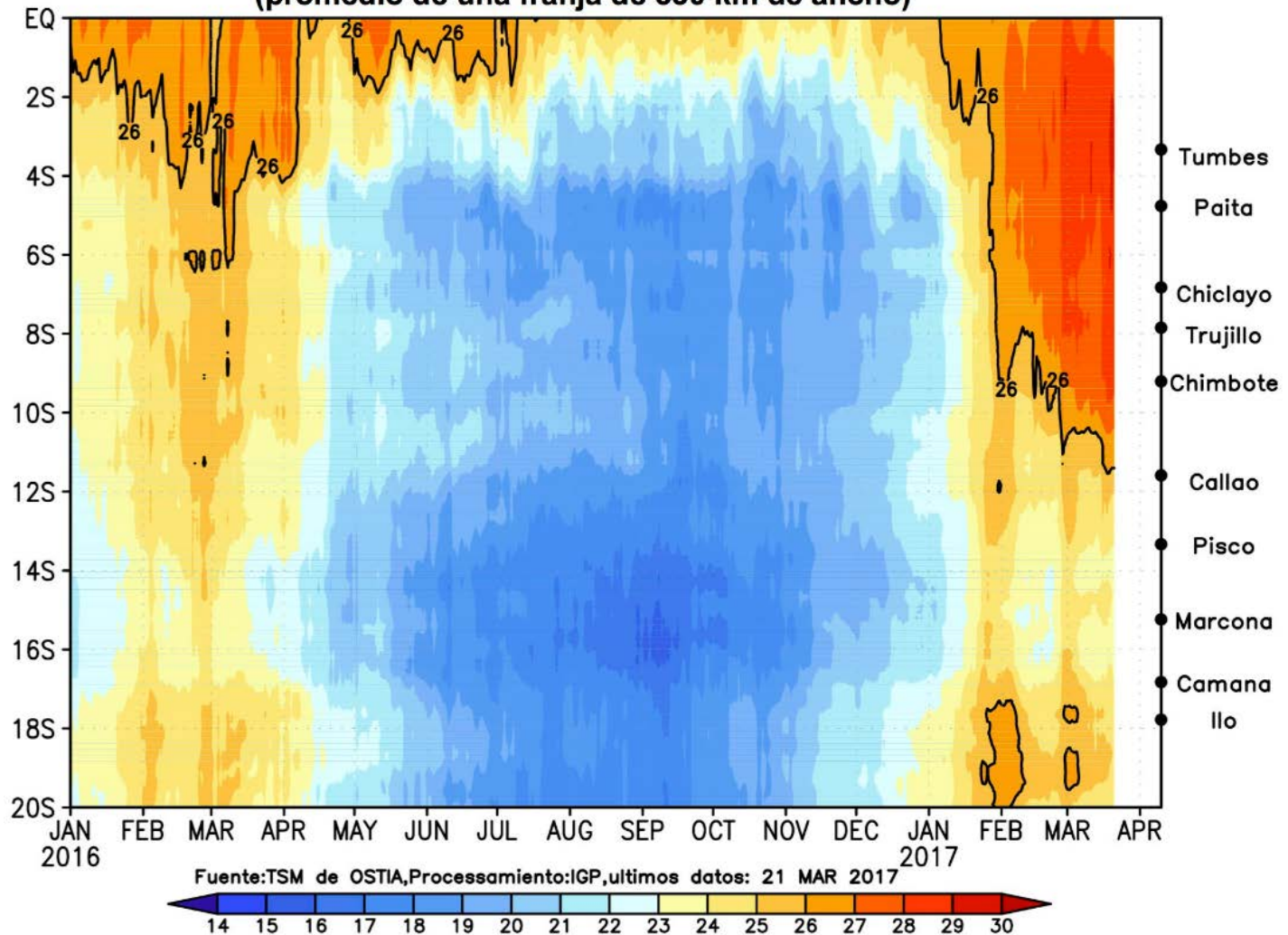
La NOAA menciona que las condiciones de La Niña están presentes porque se evidencia el cuarto valor del ONI menor a $-0,5^{\circ}\text{C}$. Sin embargo los resultados de los modelos muestran anomalías en el rango entre $-0,5^{\circ}\text{C}$ y $0,5^{\circ}\text{C}$ en las cuatro regiones para el próximo trimestre. Además de un incremento de anomalías positivas subsuperficiales en el Pacífico Ecuatorial Central.

Perspectivas para el verano 2017.... Frío, frío

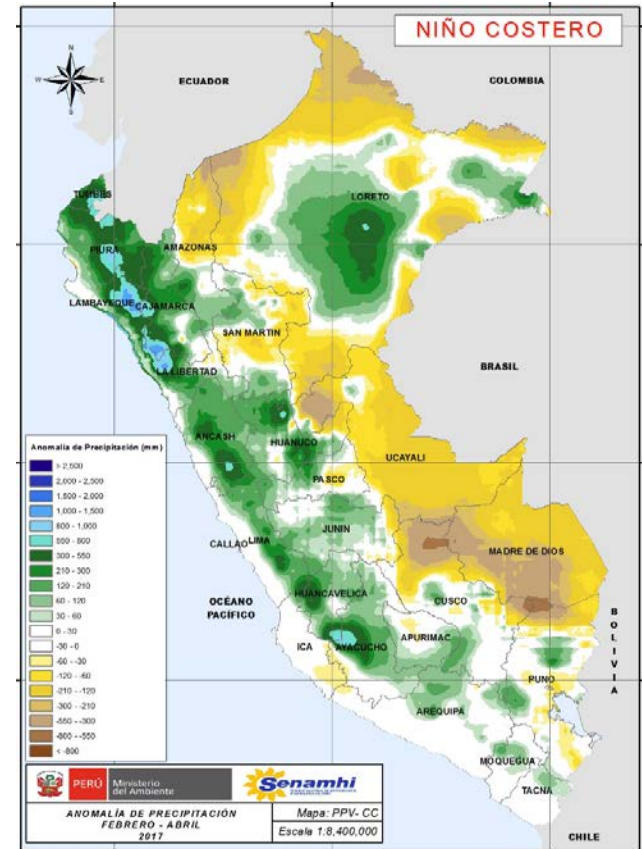
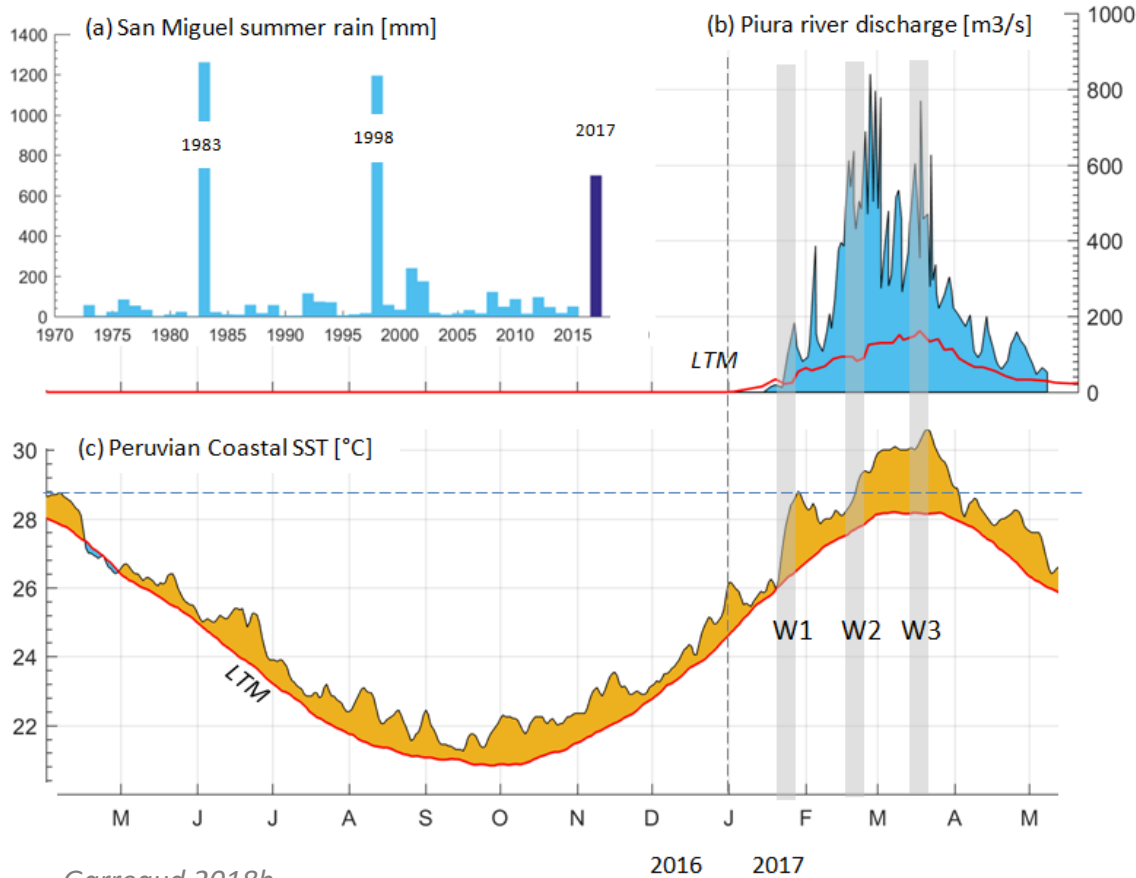
Y de pronto... El Niño costero 2017



Temperatura superficial del mar (°C) frente a la costa (promedio de una franja de 330 km de ancho)

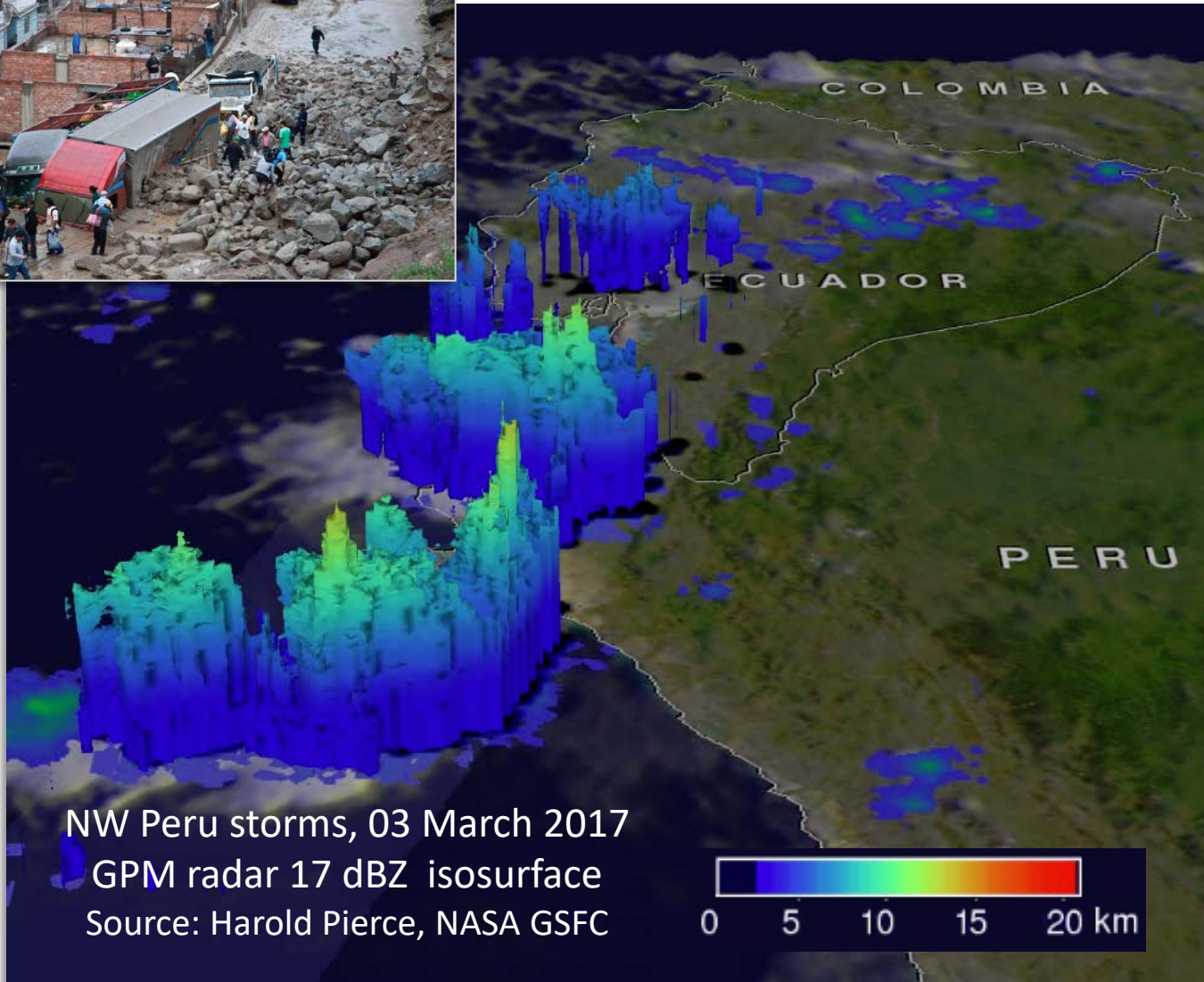


Calentamiento costero y precipitación



Calentamiento costero y precipitación

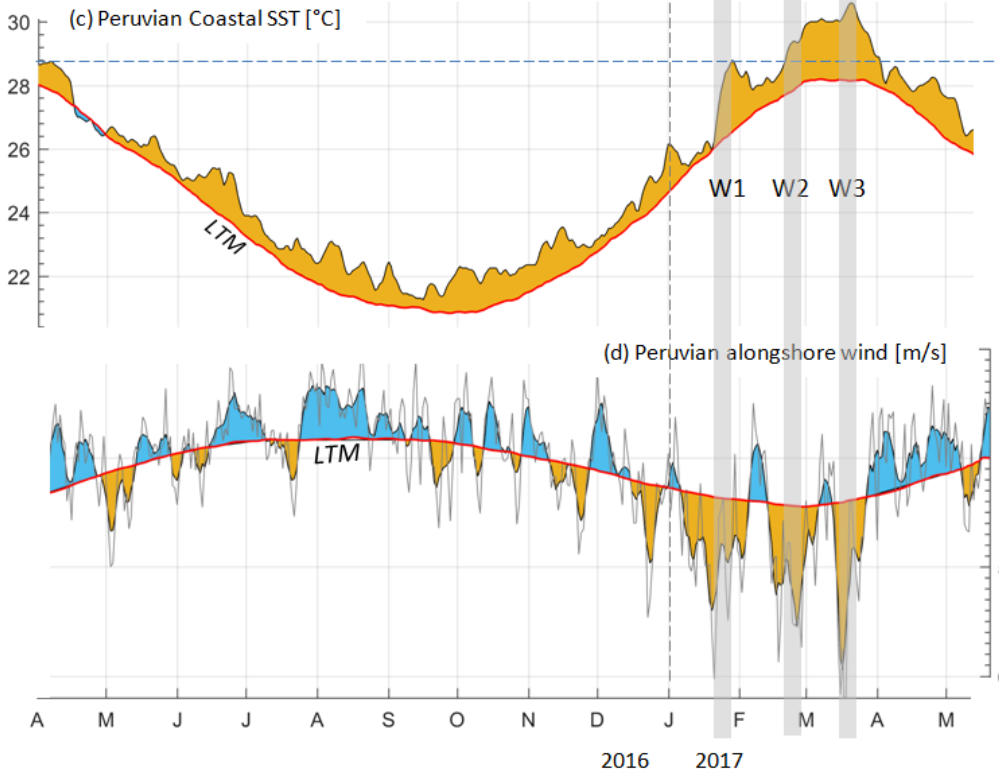
>200 fallecidos, 3.1 Bill US\$



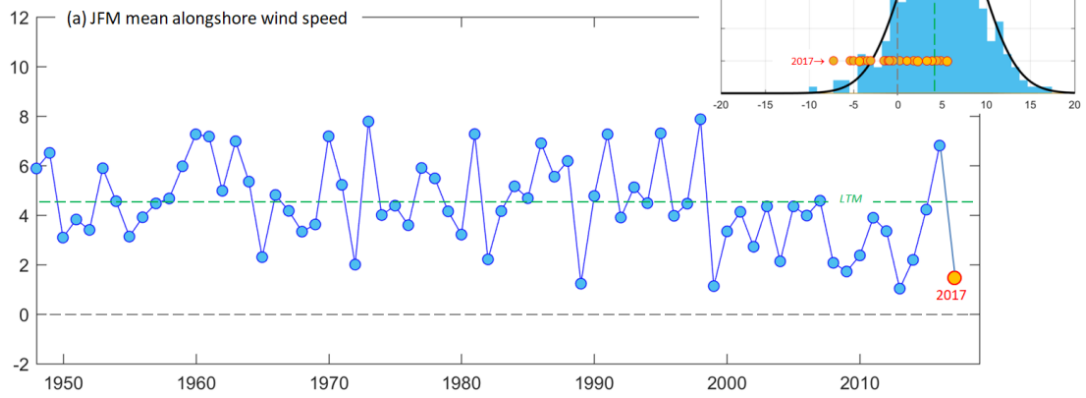
NW Peru storms, 03 March 2017

GPM radar 17 dBZ isosurface

Source: Harold Pierce, NASA GSFC



Garreaud 2018b

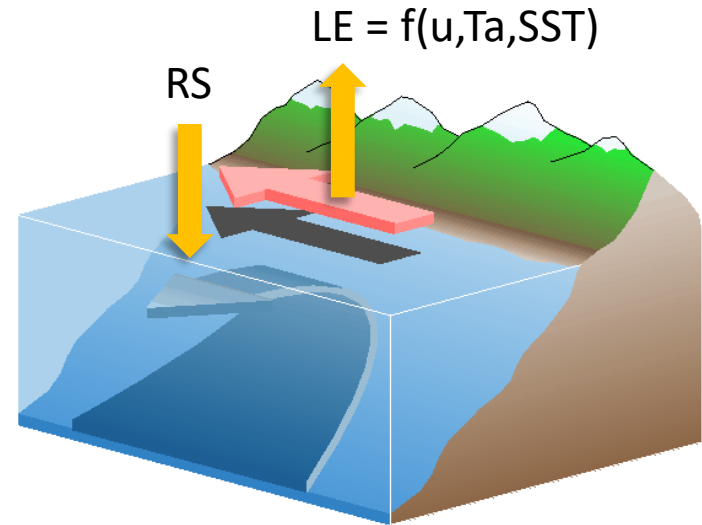
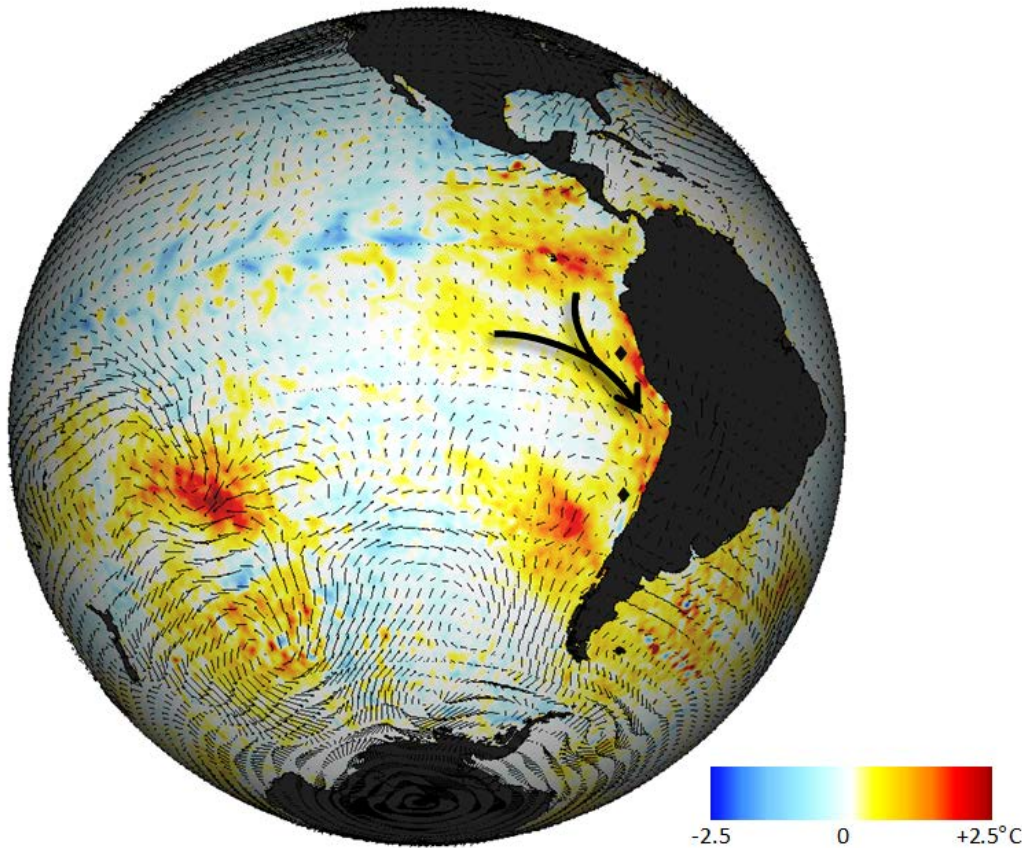


Viento costero y SST... el huevo y la gallina?

En este caso, el debilitamiento del viento favorable a la surgencia precede

Viento costero y SST...el huevo y la gallina?

(b) SST difference [25-30 Jan] minus [15-20 Jan]
Surface wind anomalies 20-25 Jan 2017



moisture gradient. As a first approximation, we assume an invariant near-surface air temperature and relative humidity (set at 21°C, 85%). Using the latent heat bulk formulation $\{Q_{LE} = L_v \cdot C_e \cdot \rho \cdot W \cdot [q_{sat}(SST) - q(T_{air}, RH)]\}$ and a linear formulation of the Clausius–Clapeyron equation $[q_{sat}(SST) \approx -0.007 + SST \cdot 10^{-3}]$, we can estimate the wind-driven surface temperature change as $\Delta W/W_{BL} [q_{sat}(SST) - q(T_{air}, RH)]_{BL} \cdot 10^{+3}$ where W_{BL} is the wind speed baseline value ($\sim 10 \text{ m s}^{-1}$) and $[q_{sat}(SST) - q(T_{air}, RH)]_{BL}$ is the baseline surface moisture gradient ($\sim 4 \text{ g kg}^{-1}$). Thus, halving the wind speed – as observed offshore – leads to $\sim 2^\circ\text{C}$ increase in SST, not too far from the observed surface warming.

SST ← Viento costero ← ???

El ardiente verano 2017

Anomalías Tx Enero 2017

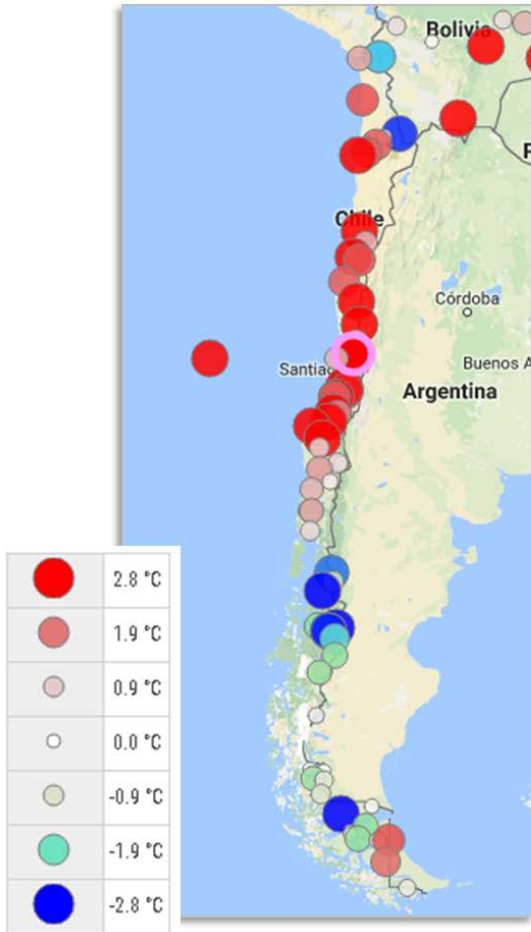
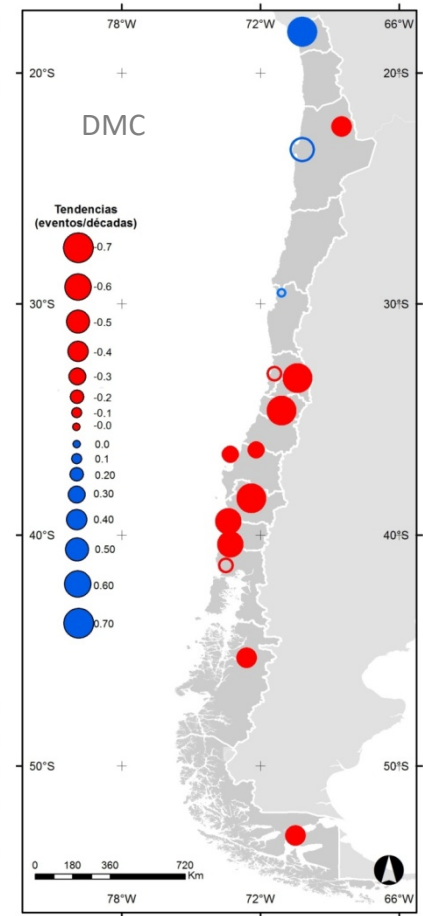


Imagen MODIS Visible 27-01-2017

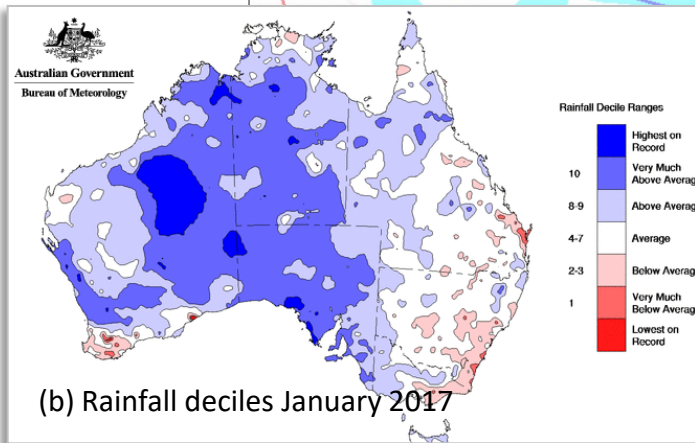
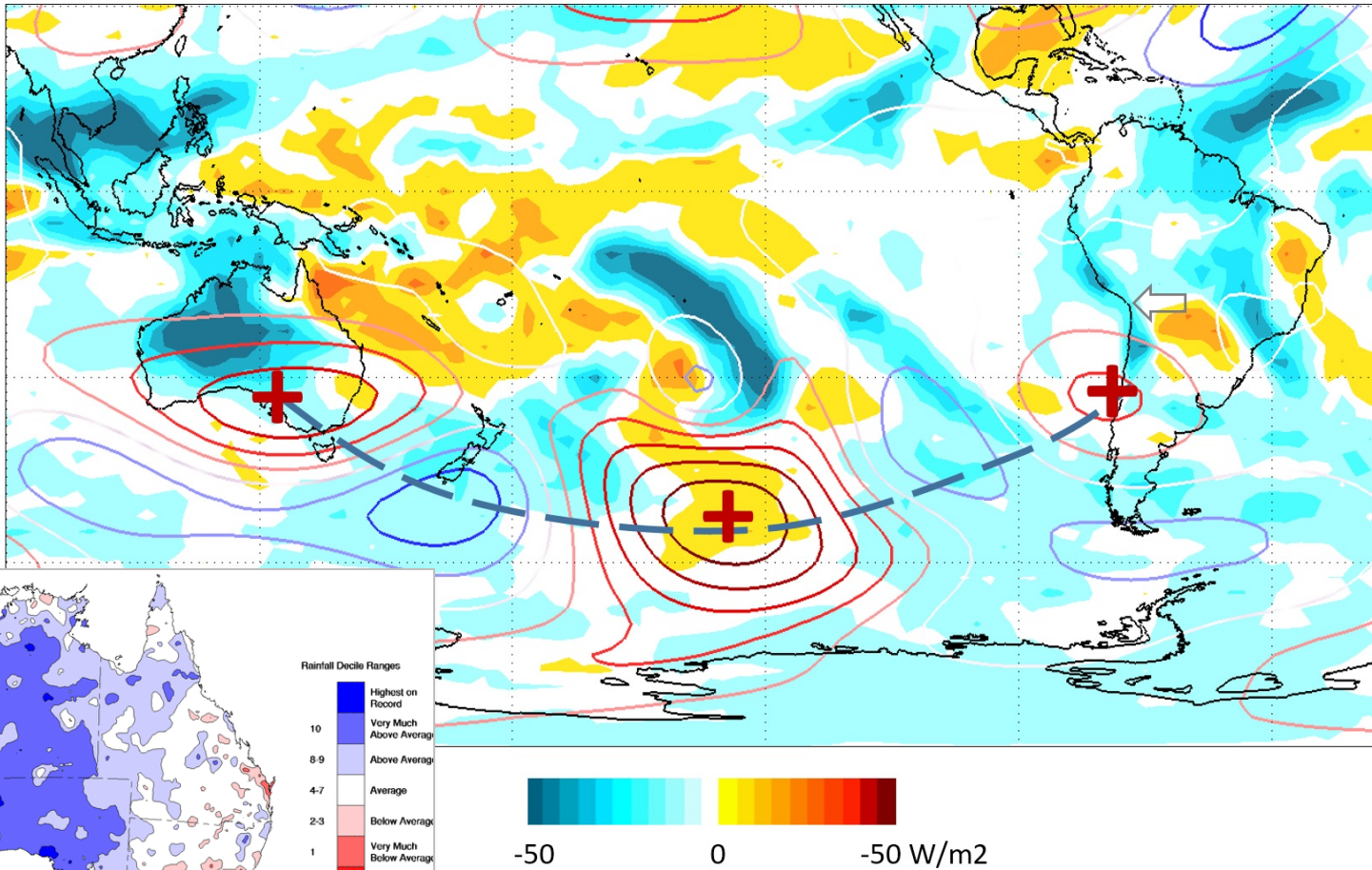


Tendencias olas de calor



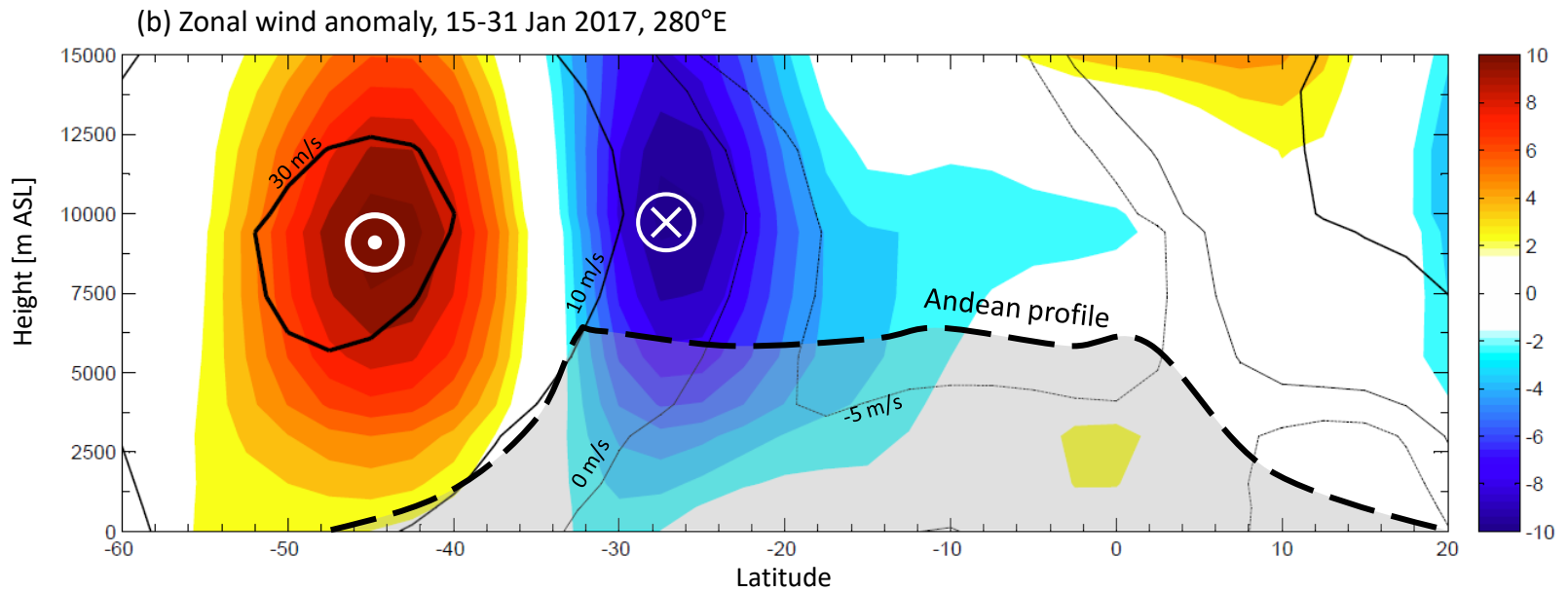
El ardiente verano 2017

(a) 200 hPa height and OLR anomalies (15-30 January 2017)

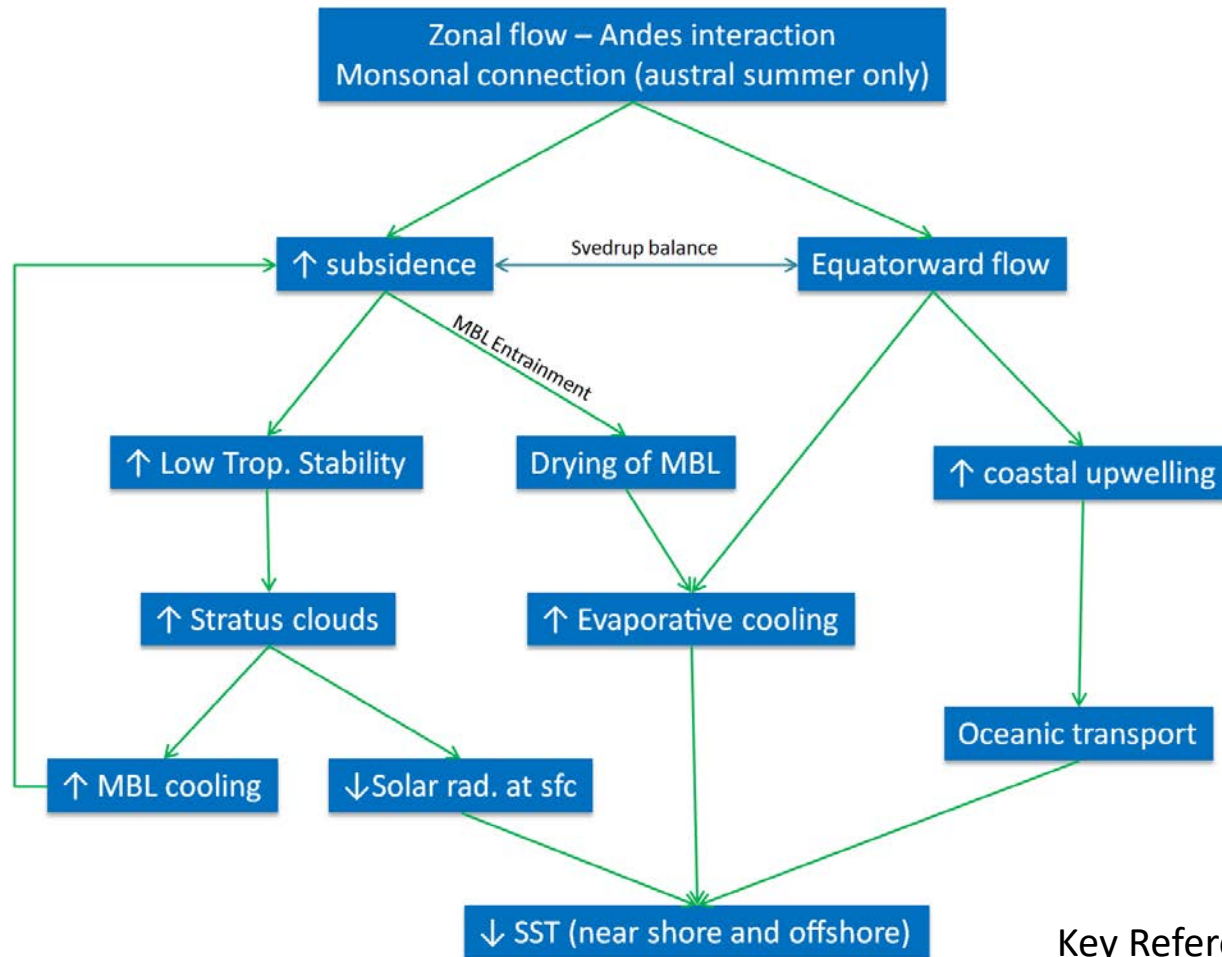


(b) Rainfall deciles January 2017

El ardiente verano 2017



GF78A...Seminario Clima de Sud América



Key References

- Rodwell and Hoskins 2001
- Richter and Mechoso 2006
- Takahashi and Battisti 2008

**Processes Controlling the Mean Tropical Pacific Precipitation Pattern. Part I:
The Andes and the Eastern Pacific ITCZ**

KEN TAKAHASHI AND DAVID S. BATTISTI

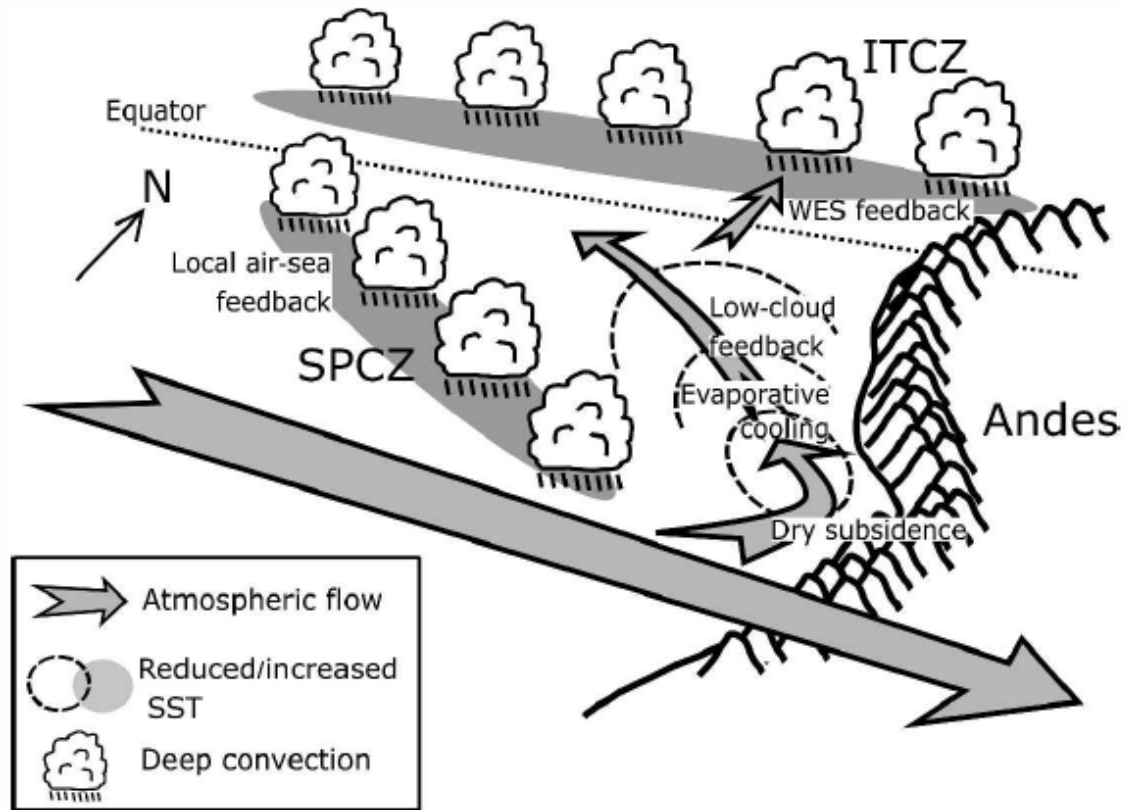
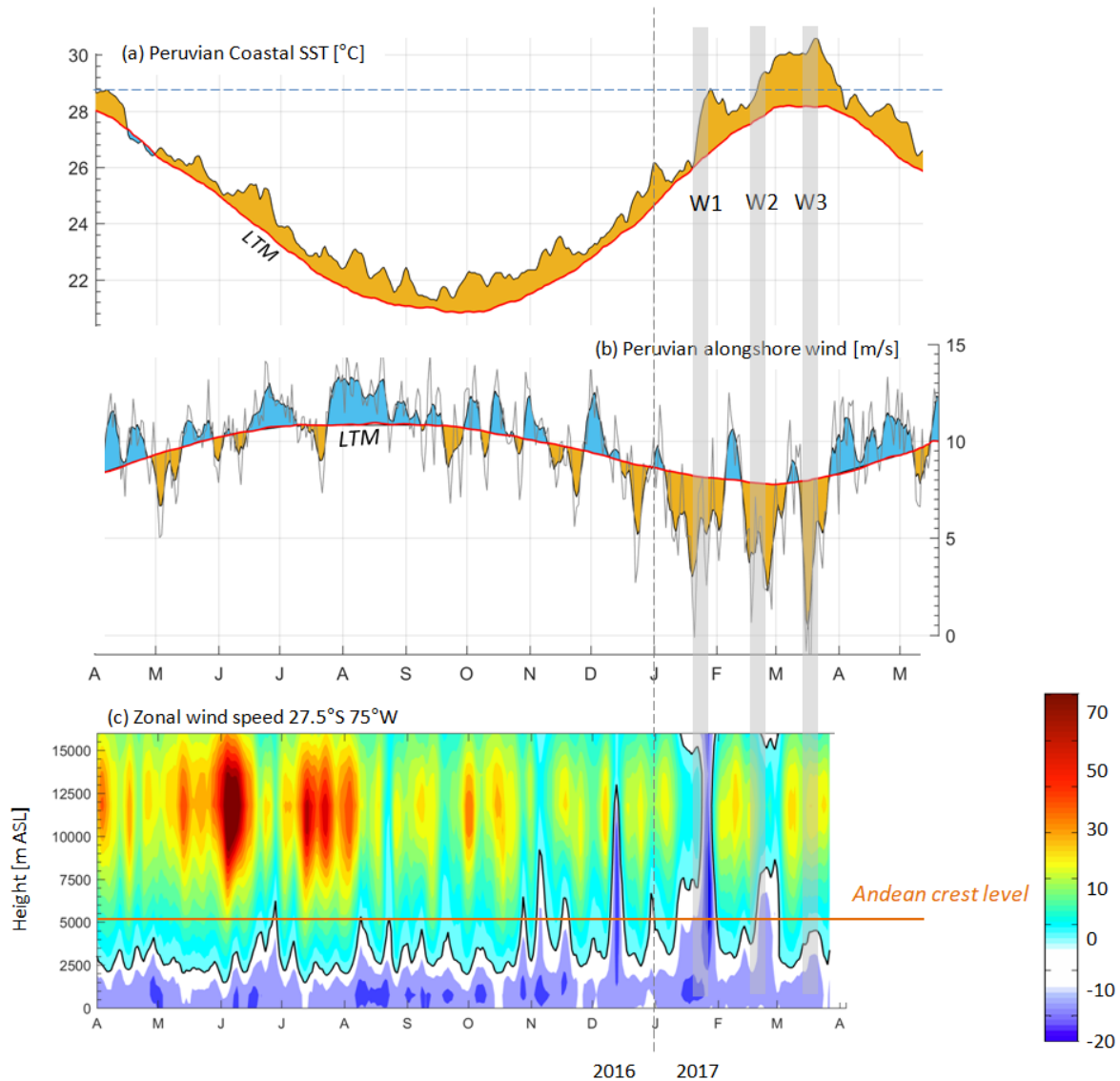


FIG. 13. Sketch summarizing some of the main processes discussed in the two parts of this study.

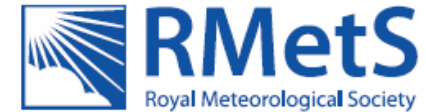
Será posible?



SST ← Viento costero ← Viento Zonal ← Onda de Rossby

Será posible?

INTERNATIONAL JOURNAL OF CLIMATOLOGY
Int. J. Climatol. 0: 000–000 (2018)
Published online in Wiley Online Library
(wileyonlinelibrary.com) DOI: 10.1002/joc.5426



Short Communication

A plausible atmospheric trigger for the 2017 coastal El Niño

● René D. Garreaud ●^{a,b*} 

^a Department of Geophysics, Universidad de Chile, Santiago, Chile

^b Center for Climate and Resilience Research, Santiago, Chile

SST ← Viento costero ← Viento Zonal ← Onda de Rossby

Discusión

- Después de medio siglo de investigación, ENSO continua dando sorpresas (afortunadamente)!
- No solo de cambio climático vive el climatólogo! (en tiempos es que es “fácil” usar un modelo...blabla...)
- Mirar, unir puntos, especular, verificar...