



Departamento de Ingeniería Hidrometeorológica
Facultad de Ingeniería
Universidad Central de Venezuela

Boletín Climático
Julio 2020

Este Boletín ha sido elaborado en la Departamento de Ingeniería hidrometeorológica, Facultad de ingeniería, Universidad Central de Venezuela. El Boletín ha sido realizado con fines educativos y no debe ser usado como referencia para toma de decisiones basadas en su contenido. Para cualquier información adicional o duda favor comunicarse con los autores.

Los datos utilizados para la realización de este boletín provienen de las siguientes instituciones:

- **Earth System Research Laboratory** de la NOAA. Kalnay et al., The NCEP/NCAR 40-year reanalysis project, Bull. Amer. Meteor. Soc., 77, 437-470, 1996; EE.UU.
- **NOAA/OAR/ESRL PSL**, Boulder, Colorado, USA, from their Web site at <https://psl.noaa.gov/>
- Bureau of Meteorology National Climate Centre Climate Analysis Section, Australia
- International Research Institute for Climate and Society, Earth Institute. Columbia University
- Climate Prediction Center/National Centers for Environmental Prediction/National Weather Service/NOAA/U.S. Department of Commerce. 2011, updated daily. NOAA CPC Morphing Technique (CMORPH) Global Precipitation Analyses. Research Data Archive at the National Center for Atmospheric Research, Computational and Information Systems Laboratory. <https://doi.org/10.5065/D6CZ356W>. Accedido en † 08/08/2020.
- MERRA-2 tavgM_2d_aer_Nx: 2d,Monthly mean, Time-averaged, Single-Level, Assimilation, Aerosol Diagnostics V5.12.4. Global Modeling and Assimilation Office (GMAO)

Todos los mapas fueron elaborados con el Software GrADS (Grid Analysis and Display System)

El lector puede encontrar la interpretación de los campos de las variables en el pie de cada figura. Se recomienda hacer una lectura previa antes de avanzar con el contenido del boletín.

Cualquier información referente a este boletín contactar a:

Juan A. Arévalo
e-mail: j3arevalo@gmail.com
Alfredo Gil
e-mail: cgil@gmail.com
Rafael Mundaray
e-mail: remm69@gmail.com

Colaboración especial: Esteban Perdomo (@EstebanWXcast)

1. Los océanos tropicales

Aproximadamente el 80% de los trópicos está ocupado por los océanos Pacífico, Atlántico e Índico. Es por eso, que las condiciones climáticas sobre estas extensas superficies son de suma importancia por las implicaciones que tienen sobre el clima de otras regiones, tanto dentro como fuera de los trópicos. A continuación, se presenta el estado actual del clima en la región tropical orientado a identificar las condiciones asociadas a la variabilidad climática de reconocida influencia sobre los regímenes de precipitación en temperatura en Venezuela; como lo es el modo de variabilidad conocido como El Niño – Oscilación del Sur (ENOS) y también aquellas condiciones que ocurren en el Atlántico tropical.

1.1. Pacífico ecuatorial

Durante julio anomalías negativas de temperatura de la superficie del mar (ASST, por sus siglas en inglés) entre $-0,5^{\circ}$ y $-1,5^{\circ}\text{C}$ se han mantenido en el extremo oriental (Figura 1), en tanto que en el extremo occidental (oeste de 180°E) las anomalías observadas son positivas, entre $+0,5^{\circ}$ y $+1,5^{\circ}\text{C}$. Las anomalías negativas se han mantenido desde la última semana de abril en las regiones Niño 1+2 (inferiores a $-0,5^{\circ}\text{C}$) y Niño 3. La región Niño 4 ha exhibido valores positivos de ASST durante todo el año, aunque se enfrió entre enero y abril y ubicándose entre 0° y $+0,5^{\circ}\text{C}$ durante mayo y julio. La región Niño 3.4 ha mantenido ASST negativas desde el mes de abril, aunque por encima de $-0,5^{\circ}\text{C}$ (Figura 2)

Aunque aun es prematuro considerar que hay una respuesta atmosférica consistente con el forzamiento oceánico observado, algunas señales comienzan a emerger. El índice de Oscilación de Sur (SOI, por sus siglas en inglés) ha empezado a exhibir valores positivos con mas frecuencia desde mayo y valores máximos a partir de la tercera semana de julio (Figura 3).

En la Figura 5 se muestra las condiciones observadas de velocidad y dirección del viento en 1000 hPa y presión atmosférica a nivel del mar. Anomalías del Este sobre la línea ecuatorial se observaron entre 140°E y 120°O , indicativo de Alisios mas intensos de lo normal que favorecen arrastre de aguas cálidas someras y posterior apilamiento al oeste de 160°E . La presión atmosférica en el cinturón de altas presiones del Pacífico sur (30°S) estuvo más alta de lo normal, provocando vientos más fuertes a lo largo de las costas de Sur América desde el norte de Chile hasta el límite entre Perú y Ecuador. Estos vientos más intensos favorecieron el afloramiento de aguas subsuperficiales más frías entre 30°S y el ecuador (Figura 1).

En 200 hPa. hubo predominio de subsidencia en el extremo oriental del Pacífico ecuatorial y también en la porción occidental entre 140°E y 180° (Figura 6). La estructura de la circulación Walker (Figura 7) descrita por medio de la circulación zonal divergente y la divergencia medios entre (10°S y 10°N) indican que durante julio prevalecieron condiciones normales, aunque evidencias del forzamiento oceánico se aprecian entre 80°O y 100°O (mayor subsidencia de lo normal) y oeste de 180° (mayor convección de lo normal), particularmente entre 120°E y 130°E .

Esta distribución espacial de la ASST y de los diferentes indicadores del estado de la circulación atmosférica en el Pacífico ecuatorial es consistente con una evolución del

océano y la atmosfera hacia condiciones típicas de un evento frío La Niña que diferentes centros regionales y mundiales de clima están vigilando.

Hasta el momento se espera que las porciones oriental y central del Pacífico ecuatorial continúen enfriándose; la mayoría del conjunto de modelos de pronóstico del índice Niño 3.4 usados por IRI/CPC indican que la temperatura alcanzaría valores inferiores a $-0,5^{\circ}\text{C}$ durante el trimestre ASO, manteniéndose por debajo del umbral de $-0,5^{\circ}\text{C}$ al menos hasta febrero (Figura 13); la magnitud de este enfriamiento pudiera estar entre $-0,5^{\circ}\text{C}$ y $-1,5^{\circ}\text{C}$ aproximadamente (categorías de eventos La Niña de débil a moderada intensidad).

Por otra parte, el modelo de probabilidad para las tres categorías de eventos (El Niño, La Niña y Neutro), también del IRI/CPC, corrido a mediados de julio, otorga aproximadamente 55% de probabilidad de que se observen condiciones de La Niña entre agosto de 2020 y febrero de 2021 (Figura 14)

Los impactos de este tipo de evento, que suelen observarse en Venezuela, son de superávit de precipitación y temperaturas más frías de lo normal. La distribución espacial y temporal de estos impactos varían de una región a otra del país.

1.2 Atlántico ecuatorial

Durante julio, la mayor parte del Atlántico tropical mantuvo anomalías de temperatura positivas mayores a $+0,5^{\circ}\text{C}$ (Figura 1). La Principal Región de Desarrollo (5° - 20°N , 30° - 50°O) se ha mantenido de manera sostenida con anomalías positivas que llegaron a superar $+0,5^{\circ}\text{C}$ a partir de junio (Figura 4). En la porción oriental (40°O y 20°O) se observó un patrón ciclónico anómalo inducido por predominio de presión atmosférica superficial más baja de lo normal y que se extiende incluso hasta el Caribe (Figura 5). Adicionalmente, la circulación divergente y el potencial de velocidad en 200 hPa. observado indican que el flujo sale en la porción oriental del océano aproximadamente entre 10°N y 20°N (Figura 6).

En la circulación zonal divergente este patrón es apreciable solo entre 500 hPa. y 200 hPa. en tanto que por debajo de 600 hPa. se observó subsidencia; todo esto entre 50°O y 20°O (Figura 7). En la Figura 8 se aprecia la circulación meridional divergente y el viento zonal medios entre 30°O y 80°O , la cual describe la estructura de las células de Hadley entre 40°S y 40°N . La estructura media observada durante julio ha estado dominada por la rama sur de la célula de Hadley, con predominio de movimientos verticales ascendentes entre el ecuador y 10°N y subsidencia entre 10°S y 30°S , este patrón se debe al fuerte gradiente meridional de temperatura dado que es invierno en el hemisferio sur.

En la circulación anómala no se aprecia desviaciones sustanciales con respecto a la media climatológica, aunque destaca débil subsidencia entre 5°N y 20°N , por encima de 700 hPa. Es posible que el polvo del Sahara disperso a lo largo del océano esté interfiriendo con la formación y evolución de nubes de desarrollo vertical (Figura 9). El viento zonal medio observado estuvo más débil de lo normal entre 10°S y 15°N y por debajo de 600 hPa. (anomalías positivas del viento zonal indican que los Alisios estuvieron más débiles de lo normal). La corriente en chorro subtropical del hemisferio sur estuvo más intensa de lo normal, mientras que la del hemisferio norte estuvo más débil de lo normal.

Episodios de advecciones de polvo del Sahara se propagaron por todo el Atlántico tropical, extendiéndose por el norte de Sur, Centro y Norte América (Figura 9). Estos episodios

produjeron espesores ópticos atmosféricos de polvo disperso mayores a lo normal, particularmente sobre Venezuela y el Caribe, posiblemente interfiriendo con el desarrollo de perturbaciones tropicales y correspondiente tránsito por el Atlántico tropical y el Caribe.

Durante julio transitaron por el Atlántico tropical 15¹ ondas tropicales y se formaron 1 depresión tropical, tres tormentas tropicales y 2 huracanes.

2. Impactos Observados

El estado actual de los océanos y de la circulación atmosférica del trópico indican que existen indicios de que el enfriamiento en el Pacífico ecuatorial (el desarrollo de un evento La Niña) está comenzando a manifestarse. Anomalías negativas de la temperatura del aire a 2 metros de la superficie inferiores a $-2,0^{\circ}\text{C}$ son evidentes en el Pacífico ecuatorial, contiguo a Sur América. Sobre Venezuela la temperatura se mantuvo dentro de lo normal. Las zonas anómalamente cálidas del Atlántico y el oeste del Pacífico no parecen estar forzando de manera significativa la temperatura de aire, dado que las anomalías observadas, aunque por encima de la media, no exceden de medio grado centígrado (Figura 11)

El impacto sobre la precipitación es menos claro (Figura 12), las anomalías observadas no parecen indicar cambios sustanciales en la distribución espacial de la precipitación, tanto en el Pacífico como en el Atlántico tropicales. De acuerdo con los datos utilizados de precipitación estimada utilizados, en Venezuela se observan áreas con ambas categorías de anomalía. En la cuenca del Orinoco y la porción norte del país se aprecia predominio de anomalías negativas.

La Radiación de Onda Larga Saliente (OLR, por sus siglas en inglés), usada como indicador de convección profunda en el trópico, se muestra en la Figura 10. Las anomalías observadas aun no muestran una distribución que indique que el Pacífico tropical ha reaccionado al enfriamiento; aunque al oeste de la línea internacional del cambio de fecha (mediano 180°) el arreglo espacial de las anomalías comienza a indicar un inminente acoplamiento entre el océano y la atmósfera. Por otra parte, en el Atlántico tropical, más convección de lo normal se aprecia entre los paralelos 10°N y 15°N y entre 20°O y 40°O . Esta área coincide con la zona con presión atmosférica superficial mas baja de lo normal y patrón ciclónico anómalo observado en la Figura 5, y también con la anomalía de potencial negativo y la circulación divergente en 200 hPa. de la Figura 6. Por otra parte, la OLR estuvo por encima del promedio (menos convección de lo normal) en el Caribe, posiblemente debido a la débil subsidencia observada entre 5°N y 20°N (Figura 8) y mayor presencia de polvo del Sahara (Figura 9).

(1) Fuente: Esteban Perdomo (comunicación personal)

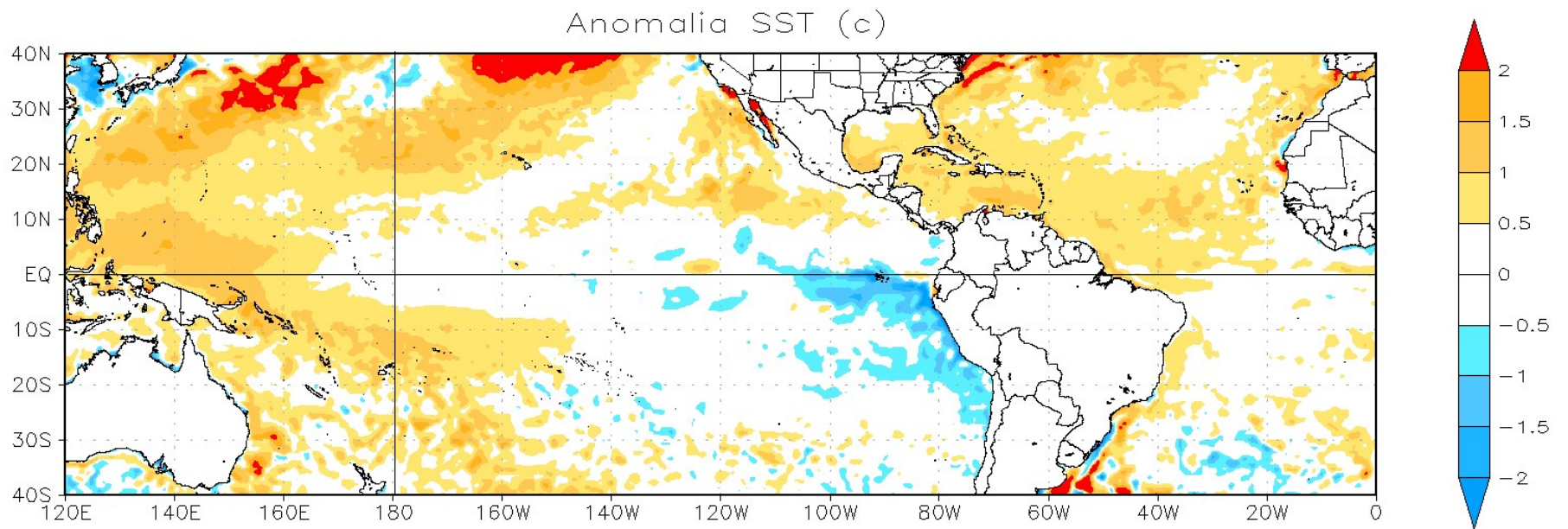


Figura 1. Anomalia de temperatura de la superficie del mar, regiones del Atlántico y Pacifico Tropical. Los tonos naranja indican anomalías positivas de temperatura, azules negativas. Media climatológica 1981-2010. Datos: *Earth System Research Laboratory* de la NOAA

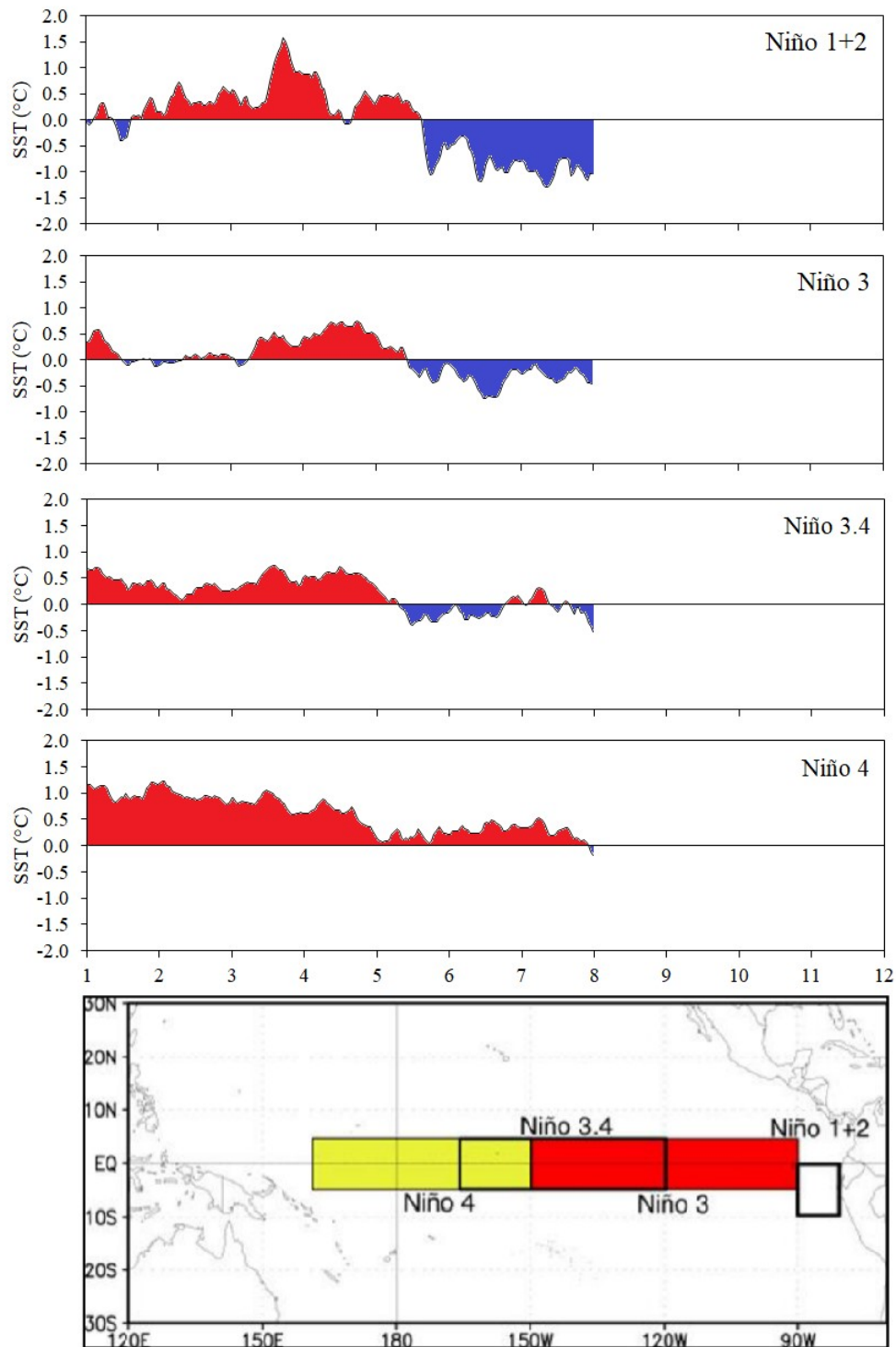


Figura 2. Anomalia diaria de la temperatura de la superficie del mar en la regiones Niño (Niño 1+2, Niño 3, Niño 3.4 y Niño 4). Valores de anomalia de temperatura en la región Niño 3.4 localizados en el rango de $-0,5^{\circ}\text{C}$ y $+0,5^{\circ}\text{C}$ se consideran normales. El color rojo indica anomalías positivas de temperatura, azul negativas. Panel inferior localización geográfica de cada región Niño. Media climatológica 1981-2010. Datos: Climate Prediction Center, NOAA.

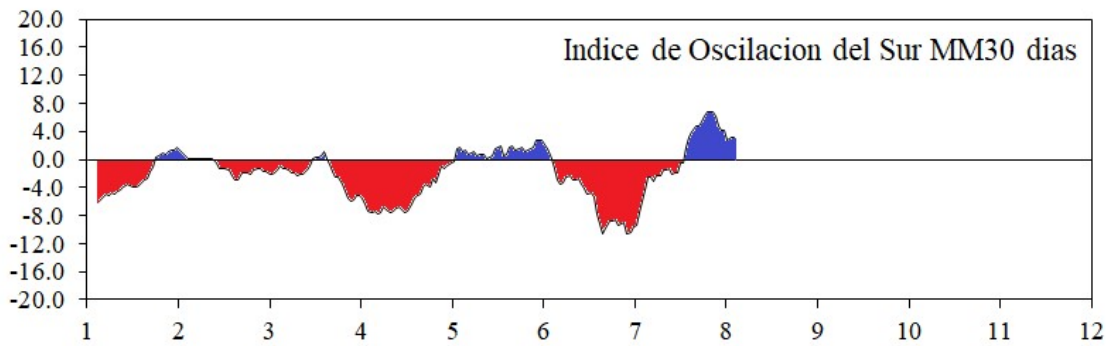


Figura 3. Anomalia de presión atmosférica en superficie, media móvil trimestral en Tahití y Darwin. Datos: Climate Prediction Center, NOAA. Valores del Índice de Oscilación del Sur cercanos a cero indican condiciones normales en la circulación Walker del Pacífico Central y Occidental. Datos: Department of Environment and Resource Management, Australia.

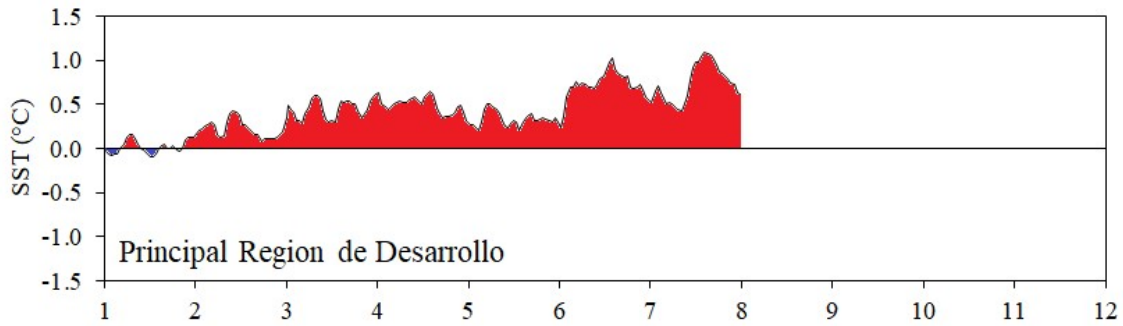


Figura 4 Anomalia diaria de la temperatura de la superficie del mar la principal región de desarrollo (5°-20°N, 30°-50°O). El color rojo indica anomalías positivas de temperatura, azul negativas. Media climatológica 1981-2010. Datos: Climate Prediction Center, NOAA.

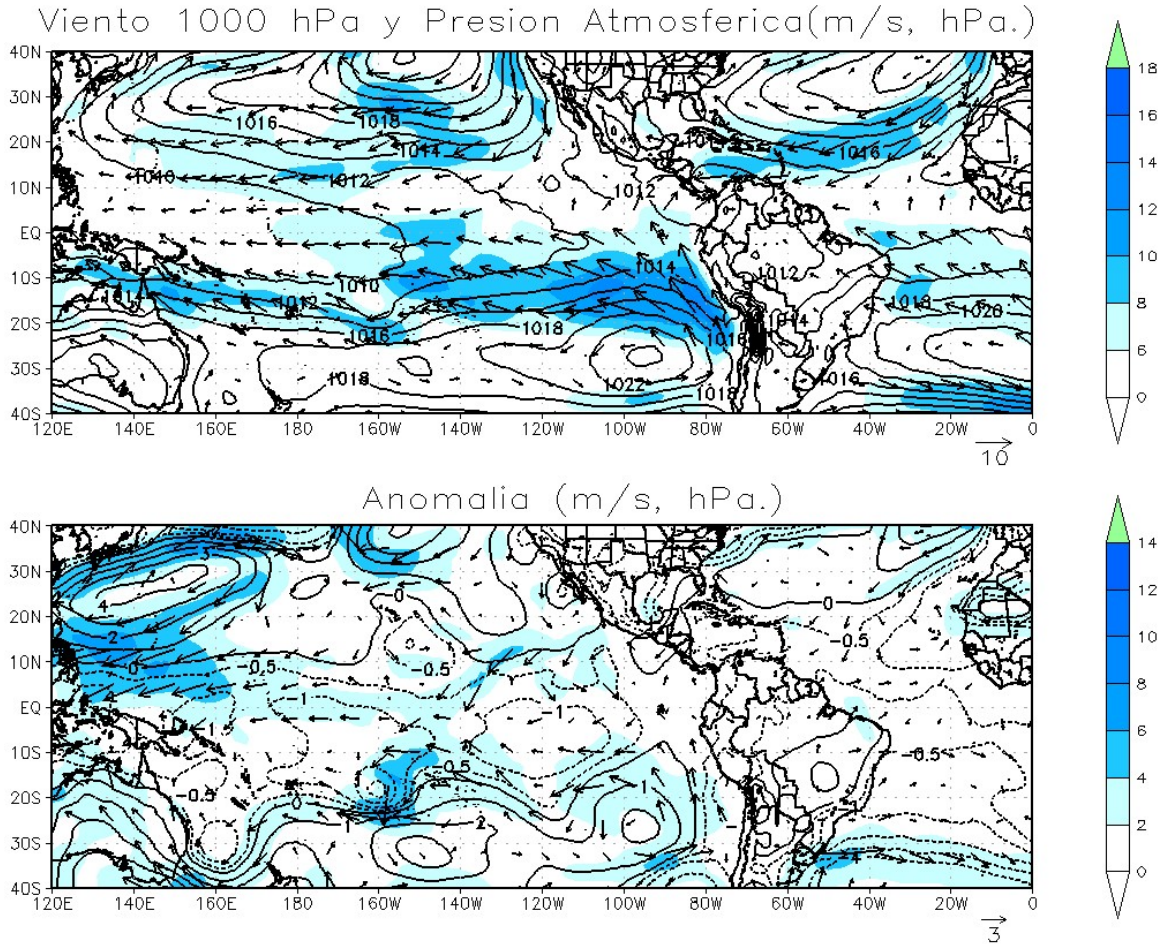


Figura 5. Velocidad y vectores de dirección del viento en 1000 hPa y presión atmosférica superficial medio mensual (panel superior) y anomalías. Los tonos azules indican la magnitud de la velocidad del viento. Media climatológica 1981-2010. Datos: Kalnay et al., The NCEP/NCAR 40-year reanalysis project, Bull. Amer. Meteor. Soc., 77, 437-470, 1996.

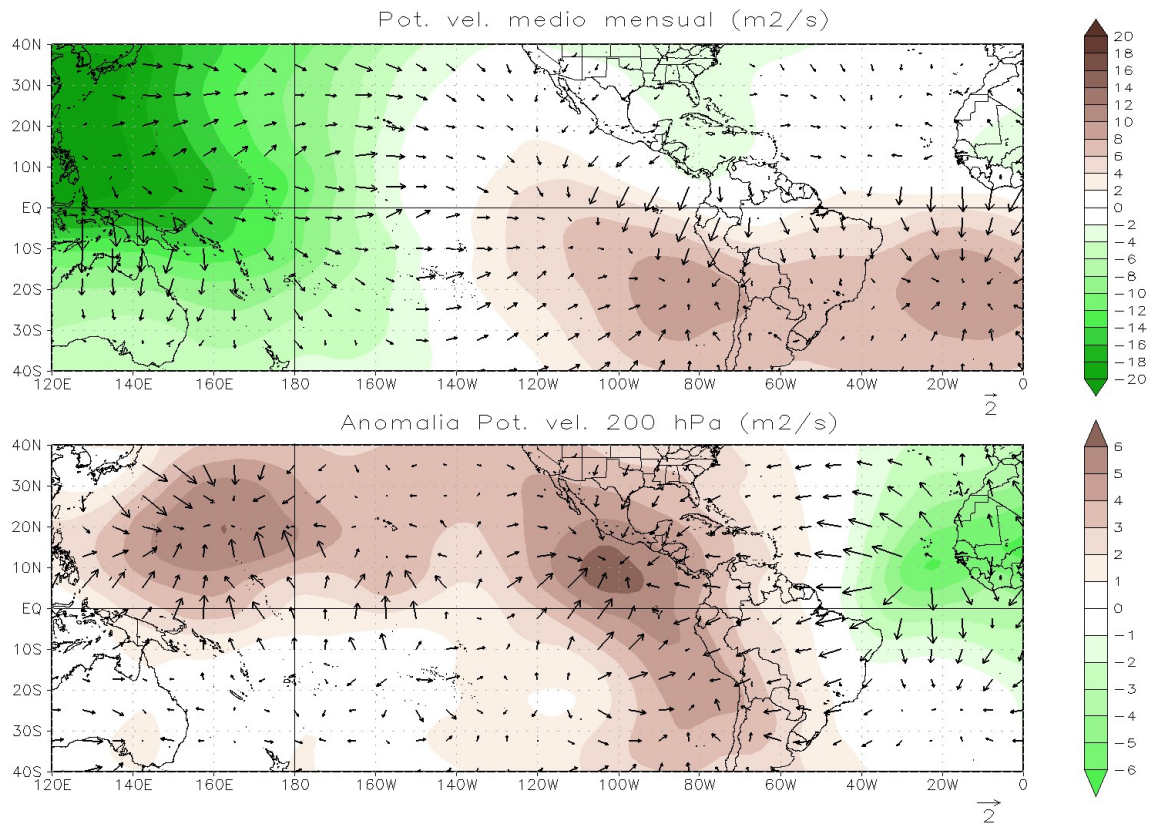


Figura 6 Potencial de velocidad (contorno) y vectores de viento divergente en 200 hPa medio mensual (panel superior) y anomalía. Valores negativos (tonos verdes) de potencial de velocidad con vectores “salientes” indican zonas donde los movimientos verticales son ascendentes, en tanto que valores positivos (tonos marrones) de potencial de velocidad y vectores “entrantes” corresponde a zonas donde hay subsidencia. Anomalías negativas (positivas) indican movimientos verticales ascendentes (descendentes) más intensos de lo normal, cuya dirección está expresada por los vectores. Media climatológica 1981-2010. Datos: Kalnay et al., The NCEP/NCAR 40-year reanalysis project, Bull. Amer. Meteor. Soc., 77, 437-470, 1996

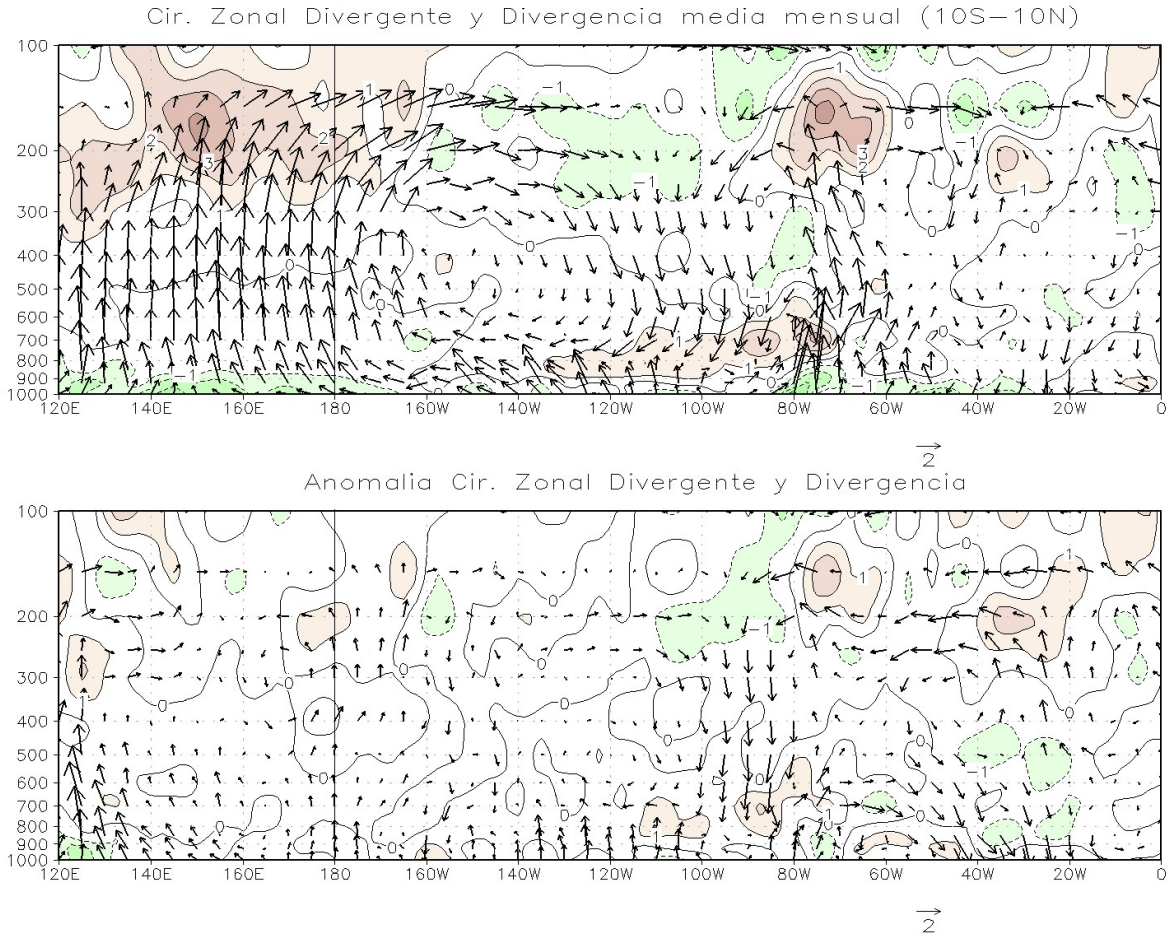


Figura 7. Vectores de circulación zonal y divergencia (contornos de intervalos de $1 \times 10^{-6} \text{ s}^{-1}$) promedio entre 10°S y 10°N . Media mensual (superior) y anomalía. Valores positivos (tonos marrones) de la divergencia meridional corresponden a zonas donde existe divergencia y los negativos a convergencia (tonos verdes), lo mismo aplica para las anomalías. Los vectores describen las estructura dinámica zonal de la atmósfera, donde los vectores ascendentes (apuntan hacia “arriba”) corresponden a zonas donde se espera mayor desarrollo de nubes y los descendentes (apuntan hacia “abajo”) a zonas donde existe subsidencia y poco desarrollo de nubes. Media climatológica 1981-2010. Datos: Kalnay et al., The NCEP/NCAR 40-year reanalysis project, Bull. Amer. Meteor. Soc., 77, 437-470, 1996

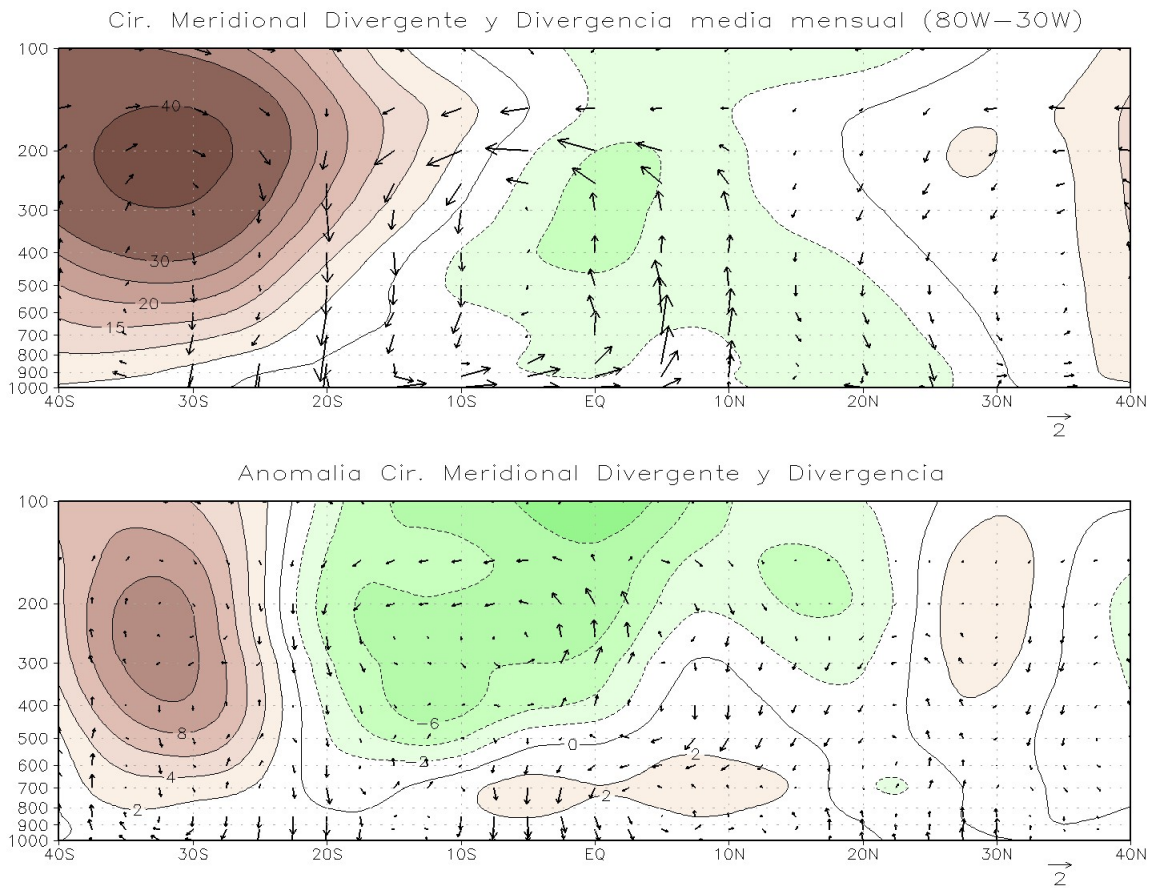


Figura 8. Vectores de circulación meridional y componente zonal de viento (contornos, m/s) medio entre 80°O y 30°O. Media mensual (superior) y anomalía. Valores positivos (tonos marrones) del viento zonal corresponden viento zonal del oeste y los negativos (tonos verdes) a viento del este, lo mismo aplica para las anomalías. Los vectores describen las estructura dinámica meridional media de la atmósfera, donde los vectores ascendentes (apuntan hacia “arriba”) corresponden a zonas donde se espera mayor desarrollo de nubes y los descendentes (apuntan hacia “abajo”) a zonas donde existe subsidencia y poco desarrollo de nubes. Media climatológica 1981-2010. Datos: Kalnay et al., The NCEP/NCAR 40-year reanalysis project, Bull. Amer. Meteor. Soc., 77, 437-470, 1996

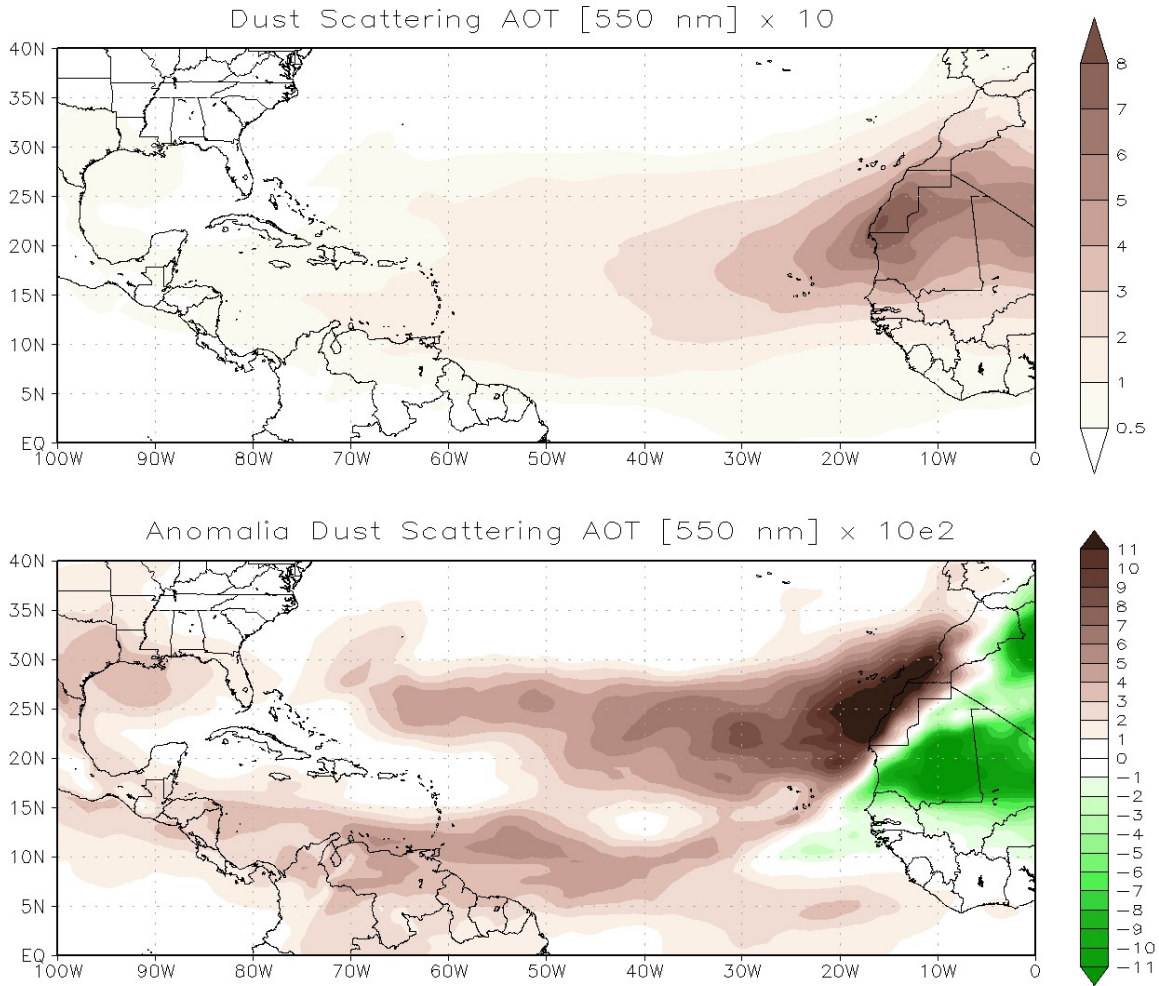


Figura 9. Espesor Optico Atmosférico (AOT, por sus siglas en inglés) de Polvo Disperso (550nm). Tonos marrones indican valores de observados ($\times 10$) de AOT y anomalías positivas ($\times 10^2$). Tonos verdes indican anomalías negativas ($\times 10^2$). Media climatológica 1990-2020 Datos: MERRA-2 tavgM_2d_aer_Nx: 2d,Monthly mean, Time-averaged, Single-Level, Assimilation, Aerosol Diagnostics V5.12.4. Global Modeling and Assimilation Office (GMAO)

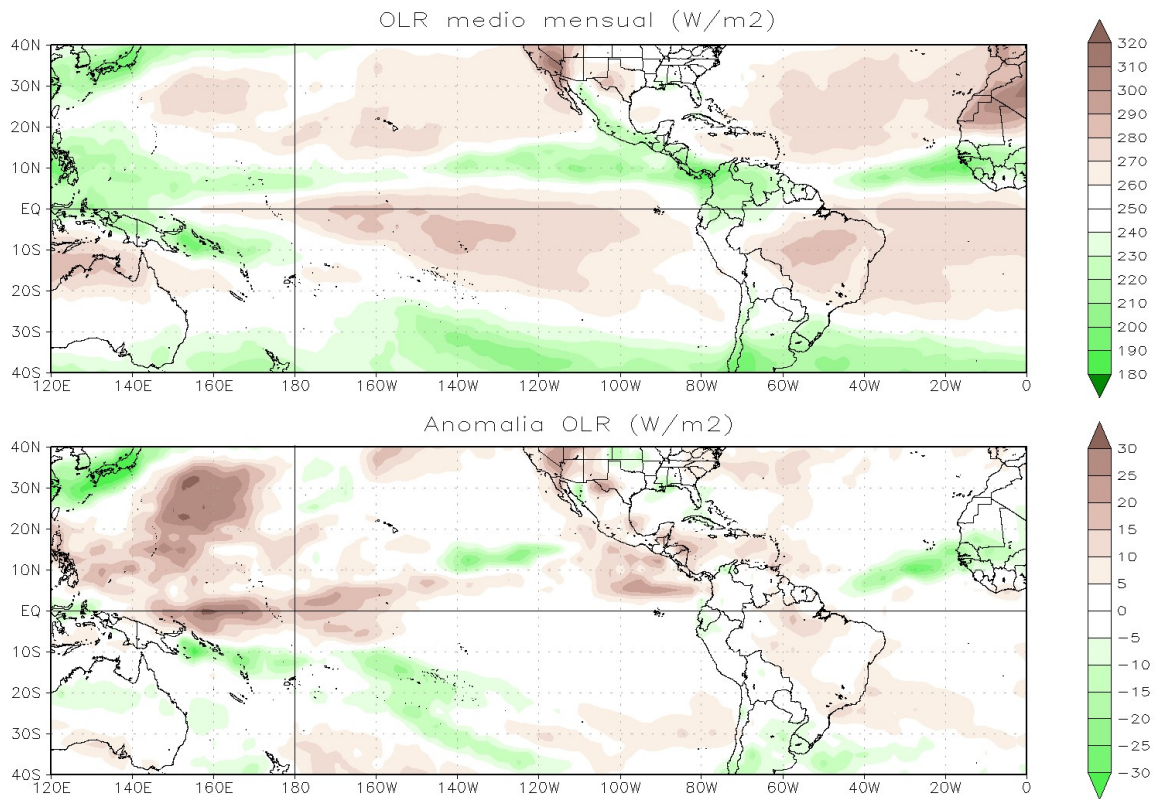


Figura 10. Radiación de Onda Larga Saliente (OLR, por sus siglas en inglés) medio mensual (panel superior) y anomalía. Valores de $OLR \leq 250 \text{ W/m}^2$ (tonos verdes) en la zona tropical indican presencia de nubes de gran desarrollo vertical y actividad convectiva. Anomalías negativas (positivas) indican valores de OLR menores (mayores) a lo normal, lo que se relaciona con más (menos) actividad convectiva de lo normal. Los tonos verdes indican anomalías negativas, los marrones positivas. Datos: Kalnay et al., The NCEP/NCAR 40-year reanalysis project, Media climatológica 1981-2010 Bull. Amer. Meteor. Soc., 77, 437-470, 1996

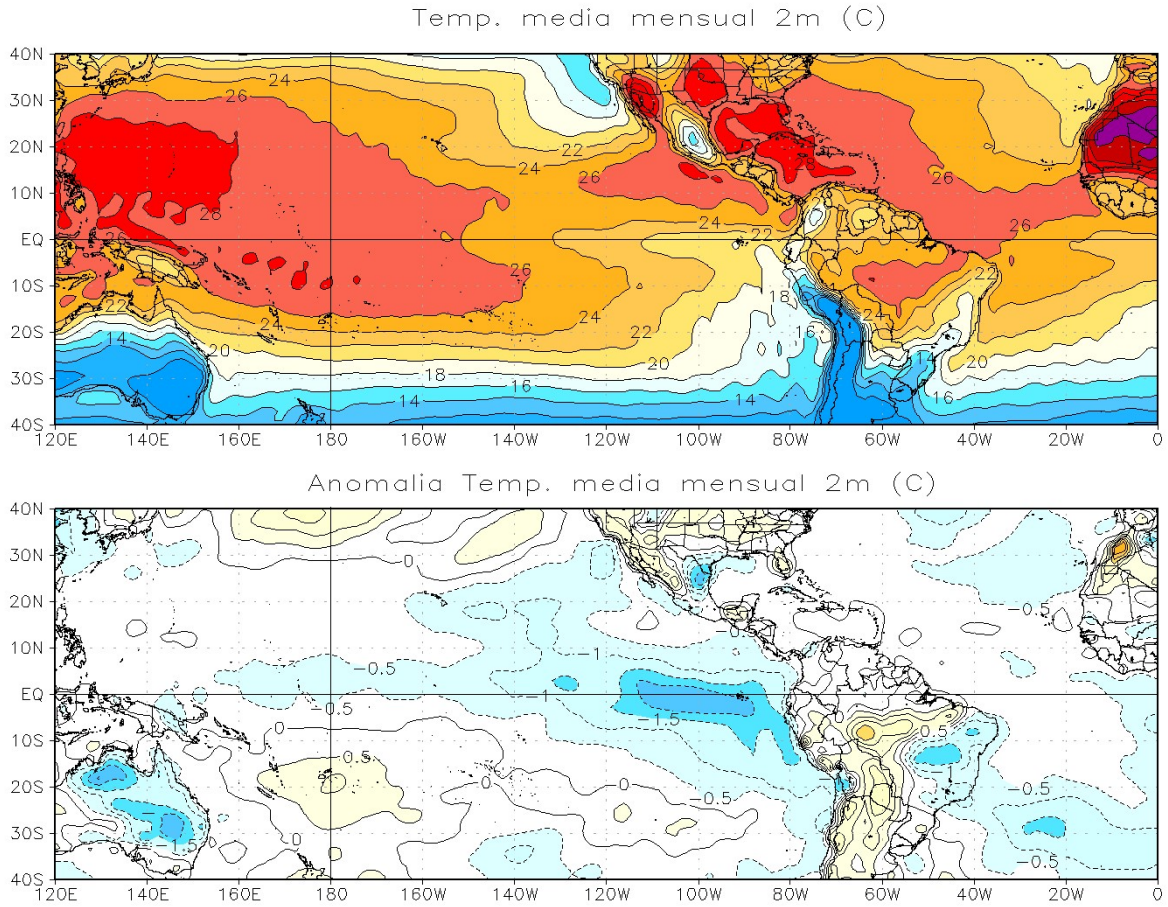


Figura 11. Temperatura a 2 metros del suelo. Media mensual (panel superior) y anomalía. Valores positivos de la anomalía (tonos amarillos) indican temperatura por encima de lo normal, en tanto que valores negativos (tonos azules) temperaturas más frías de lo normal. Media climatológica 1981-2010. Datos: Kalnay et al. The NCEP/NCAR 40-year reanalysis project, Bull. Amer. Meteor. Soc., 77, 437-470, 1996

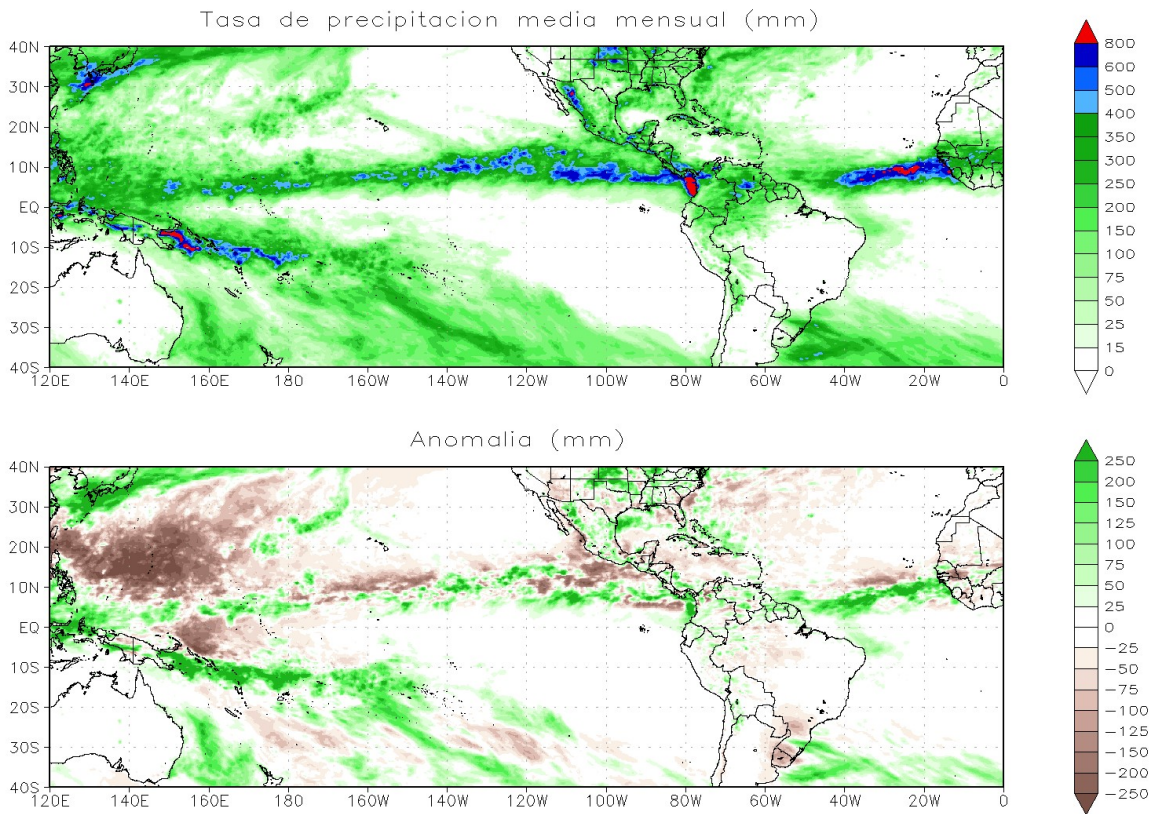


Figura 12. Total mensual de precipitación mensual (panel superior) y anomalía. En las anomalías, tonos verdes indican superávit de precipitación, los tonos marrones déficit. Media climatológica 2003-2020 Datos: Climate Prediction Center/National Center for Environmental Prediction/National Weather Service/NOAA/U.S. Banco de datos del International Institute for Climate and Society, Columbia University.

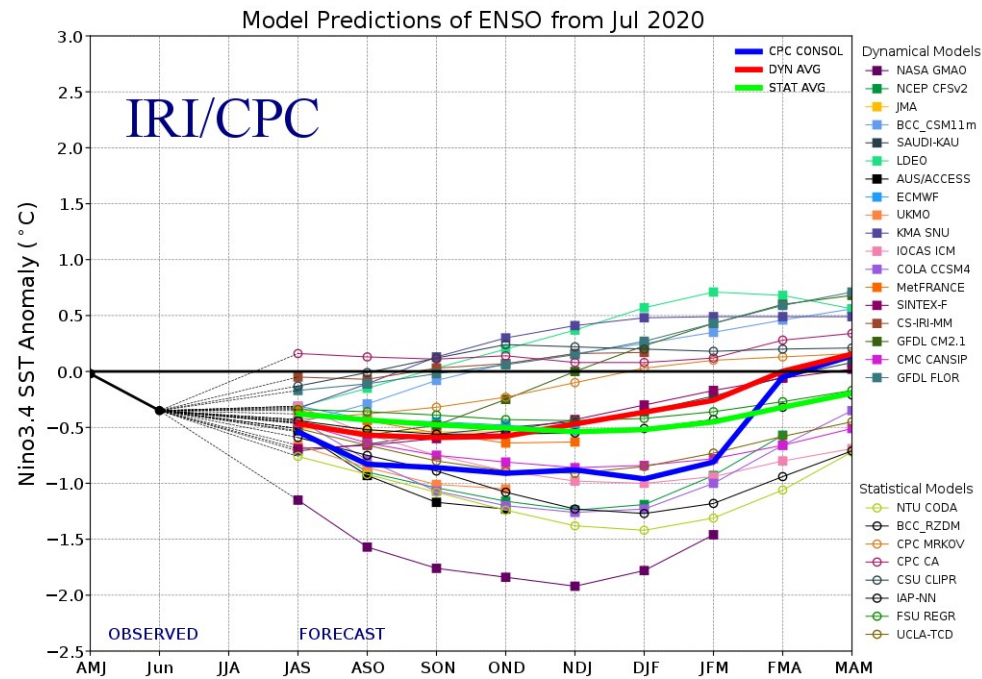


Figura 13. Pronóstico de anomalía de temperatura de la superficie del mar en la región Niño 3.4, Pacífico ecuatorial. Modelos dinámicos 18, modelos estadísticos 8. Fuente: International Institute for Climate and Society, Columbia University.

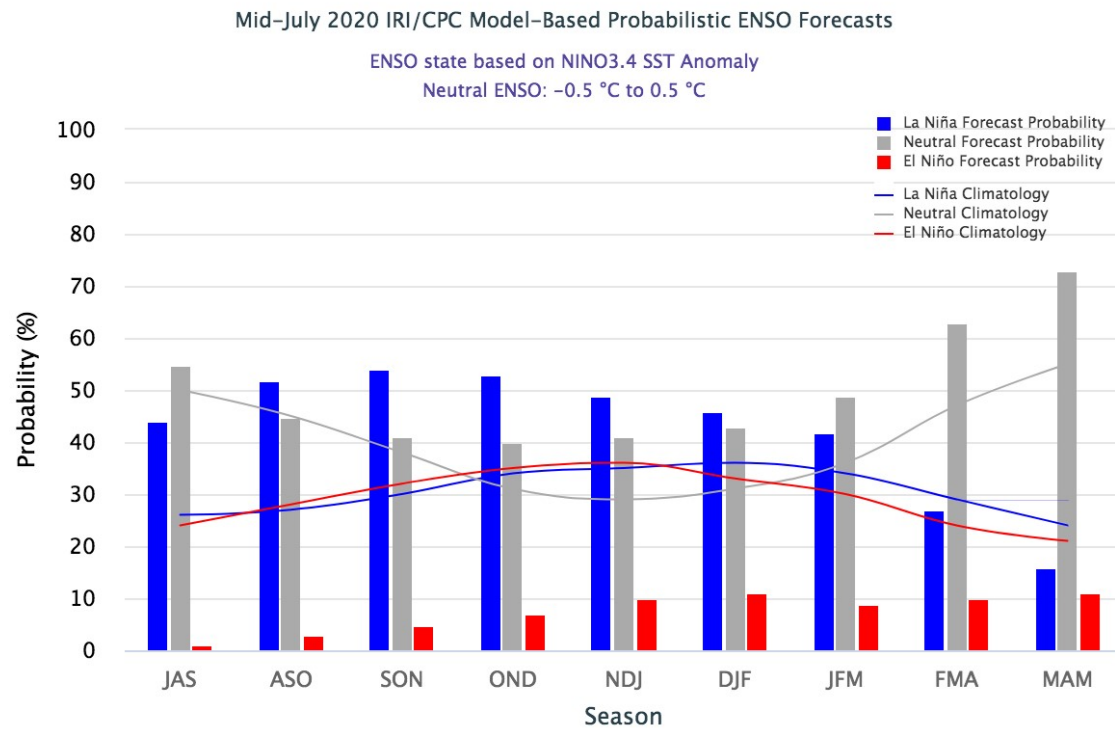


Figura 14. Pronóstico de probabilidad de ocurrencia de las tres categorías de eventos (El Niño, La Niña y Neutral). Las barras indican la probabilidad de cada categoría, en tanto que las líneas la probabilidad climatológica. Fuente: International Research Institute for Climate and Society, Earth Institute, Columbia University.