



Departamento de Ingeniería Hidrometeorológica
Facultad de Ingeniería
Universidad Central de Venezuela

Boletín Climático
Marzo 2021

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)
- Copernicus Climate Change Service (C3S) Climate Data Store (CDS).

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 Indico. 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 y 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

El océano Pacífico ecuatorial permaneció más frío de lo normal entre 170E y 110O, en tanto que sobre el Continente Marítimo la temperatura de la superficie del mar estuvo más cálida de lo normal (figura 1). Los 4 índices Niño se mantuvieron negativos durante marzo (figura 2), aunque el índice Niño 1+2 tuvo valores positivos durante el inicio del mes, siendo la primera vez desde mayo del año 2020 que ocurren valores por encima de la media. Posterior a este breve período cálido, la temperatura volvió a descender volviendo nuevamente a valores negativos. Al final del mes los índices Niño 1+2, Niño 3, Niño 3.4 y Niño 4 cerraron en $-1,5^{\circ}\text{C}$, $-0,8^{\circ}\text{C}$, $-0,6^{\circ}\text{C}$ y $-0,3^{\circ}\text{C}$ respectivamente, todos menos el Niño 4, por debajo del umbral de eventos La Niña ($-0,5^{\circ}\text{C}$). Los valores de todos los índices han permanecido negativos al menos desde julio de 2020.

La media móvil de 30 días del Índice de Oscilación del Sur inició el mes de marzo con valores positivos y decayó hasta alcanzar valores normales a mediados del mes, permaneciendo así hasta el día 31, cerrando en $-0,3$ que está ligeramente por debajo de lo normal (figura 3).

El campo de viento en superficie en general se observó que estuvo dentro de lo normal, aunque entre 150E y 160O, sobre la línea ecuatorial, los Alisios estuvieron más intensos que el promedio. Adicionalmente, el campo de presión atmosférica al nivel del mar estuvo dentro de lo normal en el Pacífico oriental tropical, en tanto que en el Continente Marítimo la presión estuvo más baja de lo normal (figura 5). El patrón observado de la anomalía de potencial de velocidad y circulación divergente en 200hPa. (figura 6) estuvo asociado a condiciones de mayor salida de flujo de lo normal al oeste del meridiano de cambio de fecha (180) y de convergencia o flujo al este de 160O, tanto sobre el Pacífico ecuatorial como sobre Sur América.

Esta configuración en 200hPa. marca las zonas donde ocurrió más convección de lo normal y mayor subsidencia en la circulación Walker, apreciables en la figura 7. Movimientos verticales ascendentes más intensos de lo normal ocurrieron al oeste de 160E y al este de 70O, en tanto que movimientos verticales descendentes ocurrieron entre 170E y 80O. Los impactos sobre la actividad convectiva en el trópico, expresado en anomalías de radiación de onda larga saliente (OLR), se aprecian en la figura 10; donde destaca menos convección o anomalías positivas de OLR a lo largo del Pacífico ecuatorial al este de 160E, en tanto que al oeste de 140E se observaron anomalías negativas de OLR, lo que indica mayor convección de lo normal en esas áreas.

1.2 Atlántico ecuatorial

La anomalía de temperatura de la superficie del mar en el Atlántico tropical se mantuvo relativamente próxima al promedio; aunque la mayor parte del océano tuvo temperaturas en el rango de $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ algunos áreas del océano exhibieron temperaturas más cálidas de lo normal (figura 1) En la Principal Región de Desarrollo hubo anomalías positivas de temperatura la mayor parte del período, retomando valores de temperatura normales durante los últimos 5 días del mes, luego de haber permanecido más cálida de lo normal la mayor parte de 2020 y lo que va de 2021 (Figura 4) El índice cerró en $+0,1^{\circ}\text{C}$, cercano a lo normal.

Los Alisios en el Atlántico tropical permanecieron dentro de lo normal, aunque sobre el Caribe oriental estuvieron algo más fuertes. En tanto que la presión atmosférica a nivel del mar próxima exhibió condiciones promedio en la mayor parte del Atlántico tropical, mientras que en el Caribe se observaron anomalías positivas (figura 5) El potencial de velocidad y la circulación divergente indican que hubo más salida de flujo de lo normal entre 0 y 200, en tanto que en el resto del Atlántico tropical y el Caribe se observó convergencia de flujo asociada a subsidencia. Sin embargo, al examinar la estructura de la circulación Walker se observó que al oeste de 200 hubo movimientos verticales ascendentes más intensos de lo normal que no llegaron a 200hPa. entre 20 y 80 oeste. La estructura de la circulación de Hadley sobre Sur América muestra un patrón anómalo caracterizado por movimientos verticales ascendentes entre 15S y 10N que se extendieron hasta aproximadamente 250hPa. y flujo de este más débil entre 5S y 10N (figura 8) Lo cual concuerda con las anomalías negativas de OLR observadas en esa región y que abarca la mayor parte del norte de Sur América (figura 10).

Irrupciones de polvo del Sahara no llegaron a ocurrir durante marzo sobre el norte de Sur América, particularmente sobre Venezuela, las anomalías observadas indican que estuvieron dentro de lo que se considera normal (figura 9). Sobre la porción norte de Colombia y en los llanos centrales se aprecian anomalías negativas, presumiblemente por una disminución del transporte de polvo desde las penínsulas de la Guajira y Paraguaná y las zonas áridas del norte de Anzoátegui hacia OSO.

2. Variabilidad observada de la temperatura y la precipitación en el trópico

Durante marzo se observaron anomalías negativas de temperatura del aire a 2 metros de la superficie en gran parte del Pacífico ecuatorial entre 160E y 80O y sobre el norte de Sur América y anomalías positivas al oeste de 140E (figura 11), como consecuencia del evento La Niña que aun persiste. Temperaturas relativamente normales se apreciaron sobre el Atlántico tropical y el Caribe.

El patrón observado de la precipitación también refleja el forzamiento de La Niña, con predominio de anomalías negativas de precipitación en la mayor parte del Pacífico ecuatorial al este de 160E y anomalías positivas al oeste de 170E y en el norte de Sur América (figura 12)

3. Variabilidad de la temperatura y la precipitación observada en Venezuela

En general se observó que hubo temperaturas mas bajas de lo normal sobre la mayor parte del país (figura 13), particularmente sobre los Andes, el norte del país desde Falcón hasta Monagas y la mayor parte del estado Bolívar; lugares donde las anomalías superaron $-1,0^{\circ}\text{C}$. Marzo de 2021 ha sido el séptimo mes mas frío desde 1979, igualando a los años 2011 y 1982, cuyas temperaturas medias fueron de $25,3^{\circ}\text{C}$ o $0,6^{\circ}\text{C}$ por debajo del promedio (figura 15 b)

Anomalías positivas de precipitación ocurrieron sobre la mayor parte de país, con excesos de lluvia que superaron el 150% de la media en Monagas y Delta Amacuro, en tanto que en algunas áreas en el occidente de país hubo déficit de lluvia que, en la mayoría de los casos, no superó el 50% de la media. Marzo de 2021 fue el cuarto mes más húmedo de la serie histórica con un total medio en el país de $153,7\text{mm}$ o $50,4\text{mm}$ por encima de promedio (figura 15 a) Solo fue superado por los años 2012, 2017 y 2011.

4. Perspectivas

La Niña sigue presente en el Pacífico ecuatorial, aunque se debilita progresivamente. La mayoría de los modelos (de un total de 25) pronostican predominio de condiciones neutrales hasta el NDE de 2021 (figura 15). Esta es la época del año en la que la habilidad de los modelos de pronóstico es la más baja, a pesar de esto, la dispersión observada se mantiene mayormente entre el rango de $+0,2^{\circ}\text{C}$ y $-0,5^{\circ}\text{C}$; escasamente 2 modelos pronostican condiciones de El Niño y alrededor de 3 pronostican la continuidad de condiciones de La Niña al final del año 2021. El consenso (promedio) de los modelos dinámicos y estadísticos utilizados tienden a pronosticar condiciones neutrales.

El pronóstico probabilístico para categorías de eventos El Niño del International Research Institute for Climate and Society otorga mayor probabilidad de que persistan condiciones de La Niña hasta el trimestre MAM (54%) a que se establezcan condiciones normales (46%) y estima improbable que ocurra un El Niño (figura 16). A partir del trimestre AMJ el modelo otorga mayor probabilidad de que se observen condiciones normales (66%), seguido por la probabilidad de que persistan condiciones de La Niña (34%) y estima poco probable que ocurra un El Niño (4%). Es importante indicar que por los momentos es más probable que prevalezcan condiciones de normales a frías lo que queda de año, dado que la probabilidad de que condiciones El Niño ocurra este año no excede de 24% (NDE). Adicionalmente, no es raro que condiciones de La Niña ocurran durante dos años seguidos.

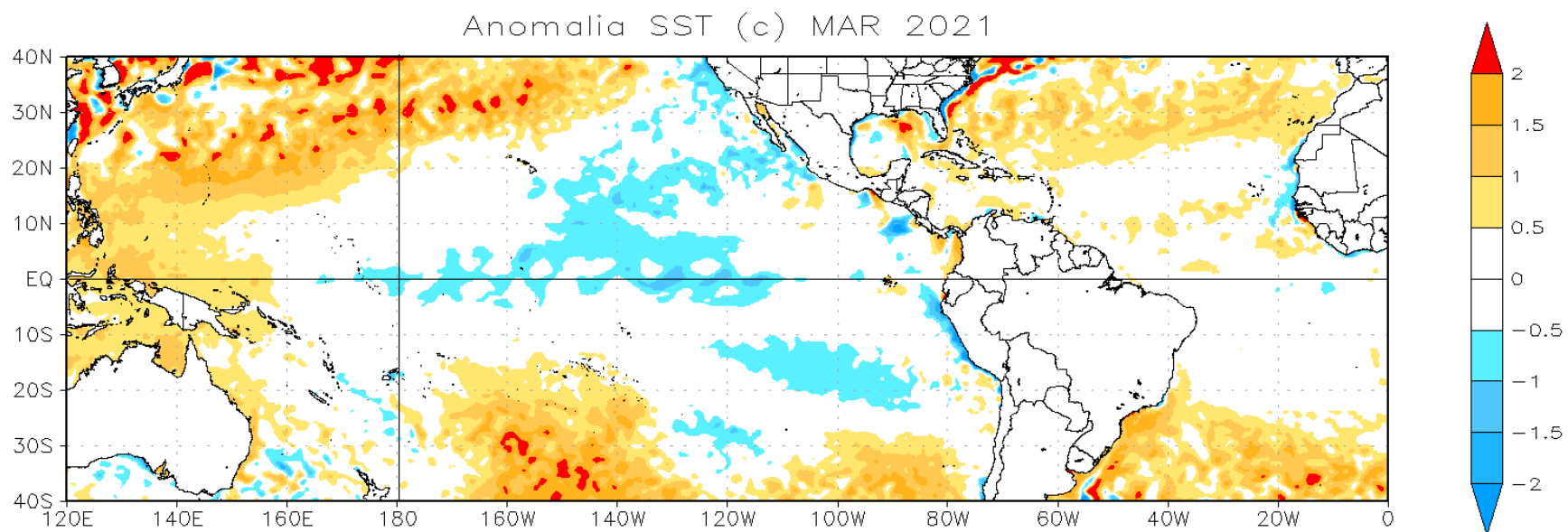


Figura 1. Anomalia de temperatura de la superficie del mar, regiones del Atlántico y Pacífico Tropical. Los tonos naranja indican anomalías positivas de temperatura, azules negativas. Media climatológica 1981-2010. Datos: *Earth System Research Laboratory* de la NOAA

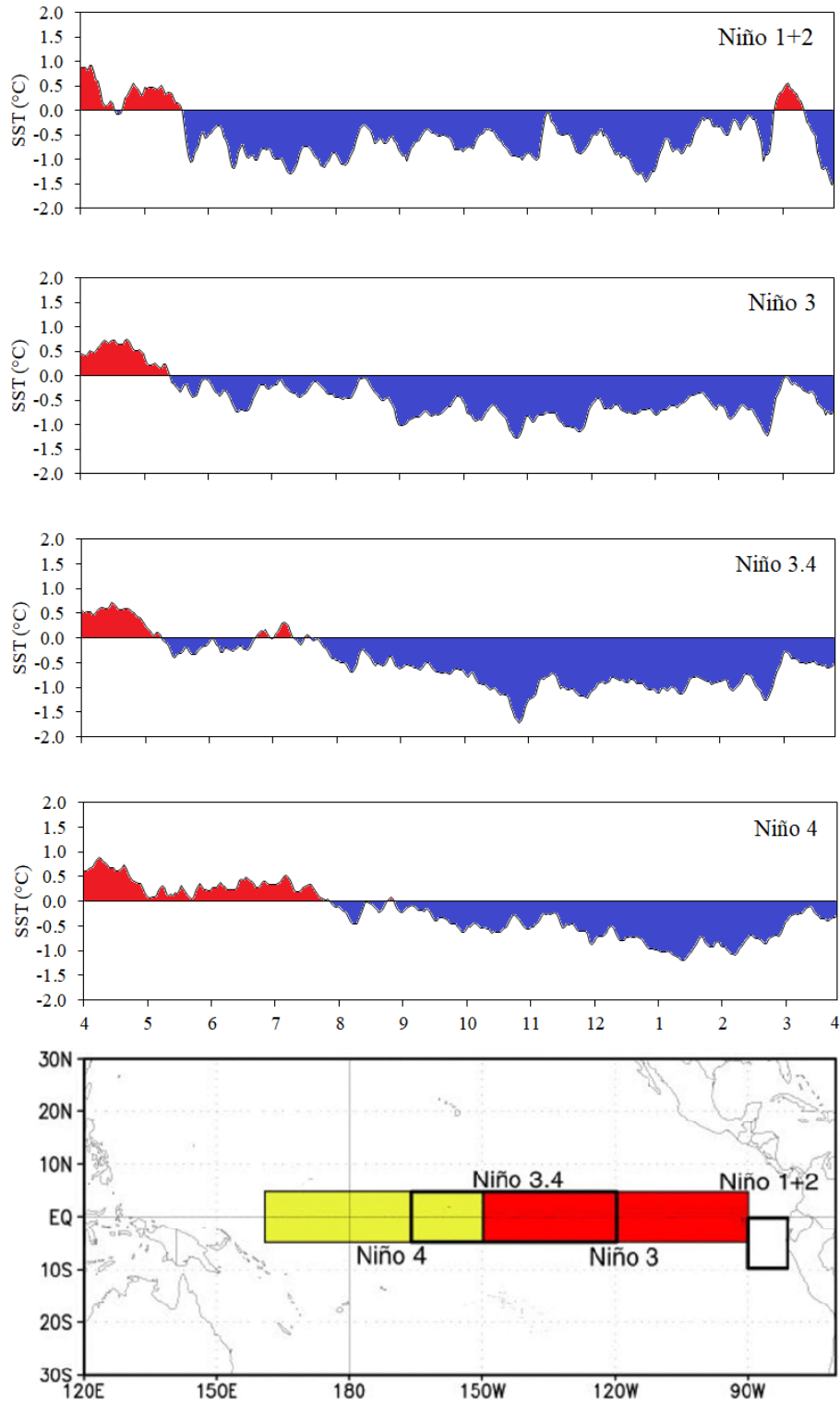


Figura 2. Anomalia diaria de la temperatura de la superficie del mar en la regiones Niño (Niño 1+2, Niño 3, Niño 3.4 y Niño 4). Valores de anomalia de temperatura en la región Niño 3.4 localizados en el rango de $-0,5^{\circ}\text{C}$ y $+0,5^{\circ}\text{C}$ se consideran normales. El color rojo indica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

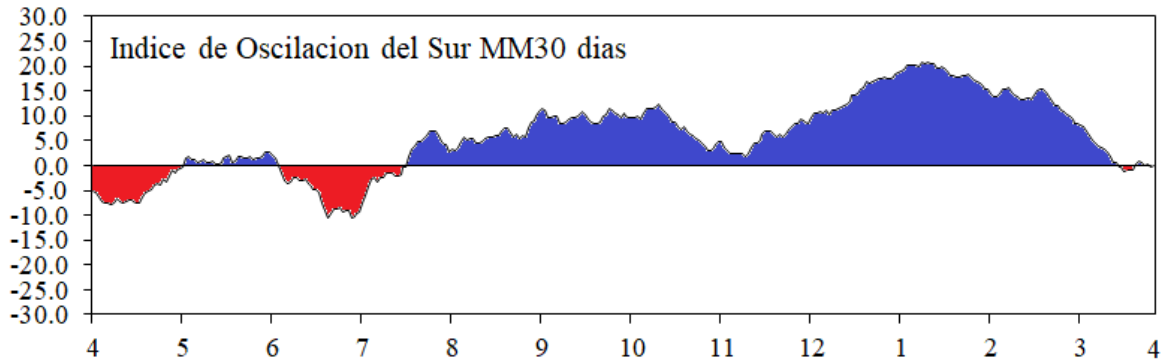


Figura 3. Anomalía de presión atmosférica en superficie, media móvil trimestral en Tahití y Darwin. Valores del Índice de Oscilación del Sur cercanos a cero indican condiciones normales en la circulación Walker del Pacífico Central y Occidental. Datos: Department of Environment and Resource Management,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

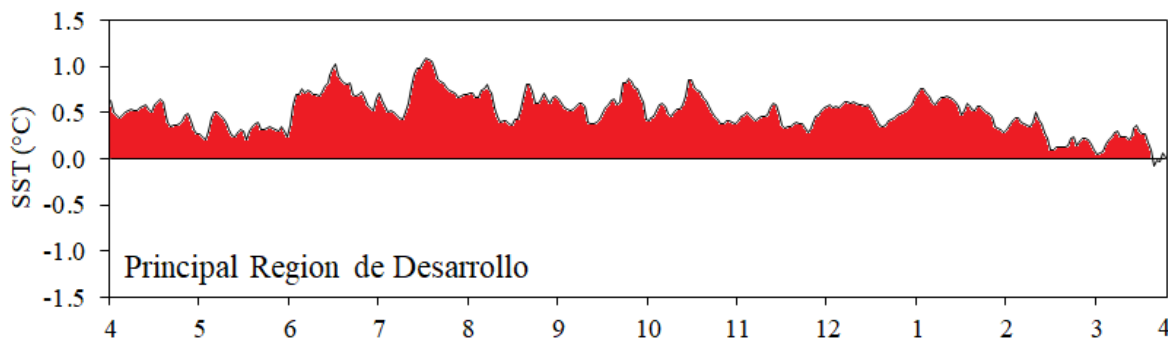


Figura 4 Anomalía diaria de la temperatura de la superficie del mar la principal región de desarrollo (5°-20°N, 30°-50°O). El color rojo indica anomalías positivas de temperatura, azul negativas. Media climatológica 1981-2010. Datos: Climate Prediction Center, NOAA.

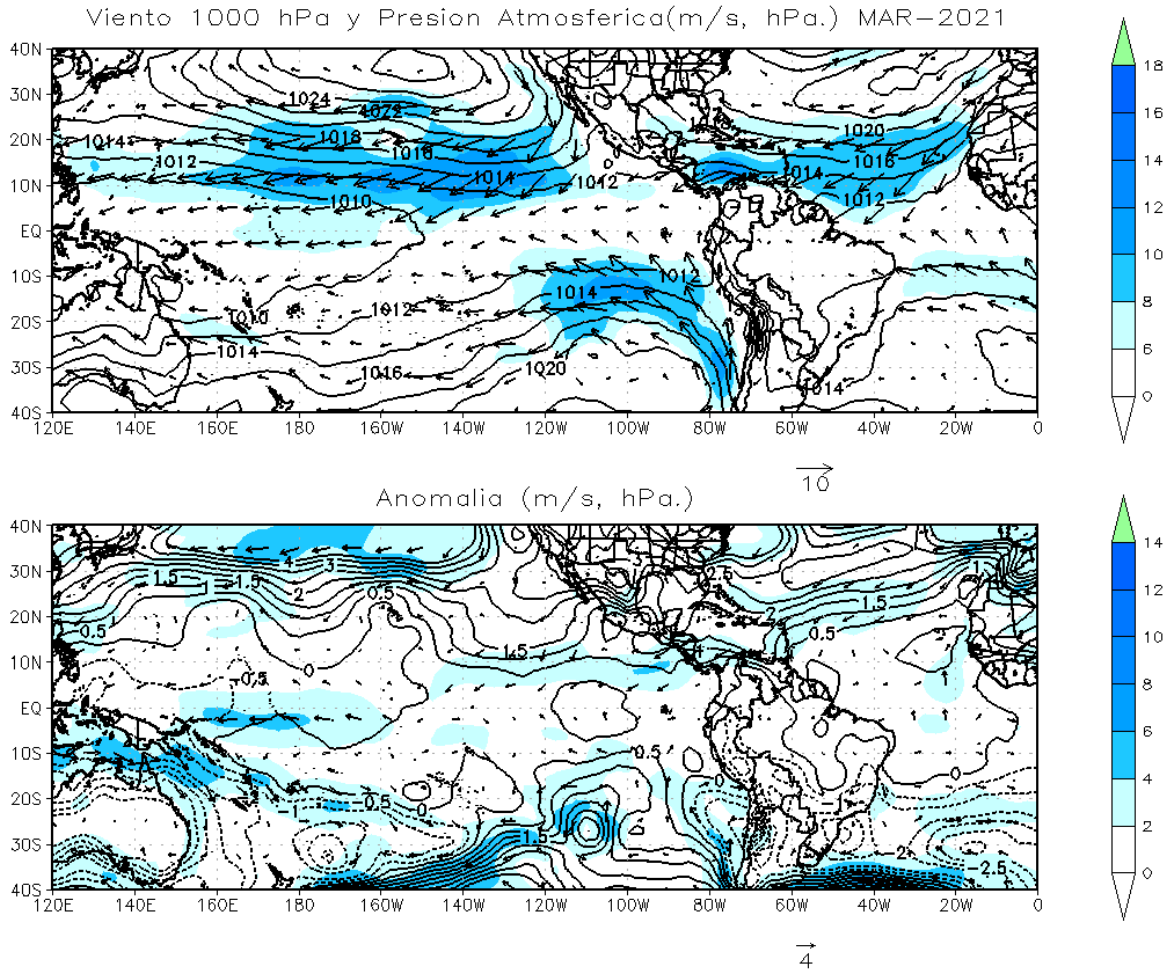


Figura 5. Velocidad y vectores de dirección del viento en 1000 hPa y presión atmosférica superficial medio mensual (panel superior) y anomalías. Los tonos azules indican la magnitud de la velocidad del viento. Media climatológica 1981-2010. Datos: Kalnay et al., The NCEP/NCAR 40-year reanalysis project,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

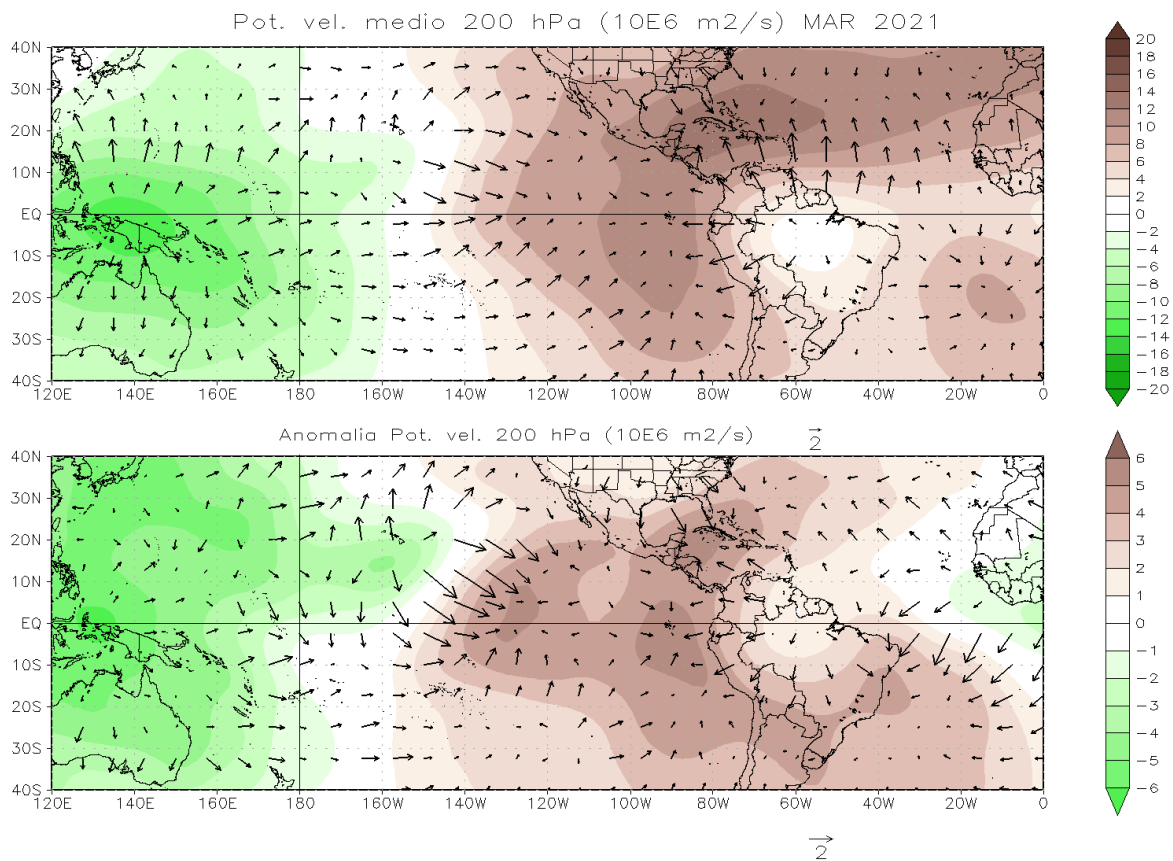


Figura 6 Potencial de velocidad (contorno) y vectores de viento divergente en 200 hPa medio mensual (panel superior) y anomalía. Valores negativos (tonos verdes) de potencial de velocidad con vectores “salientes” indican zonas donde los movimientos verticales son ascendentes, en tanto que valores positivos (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

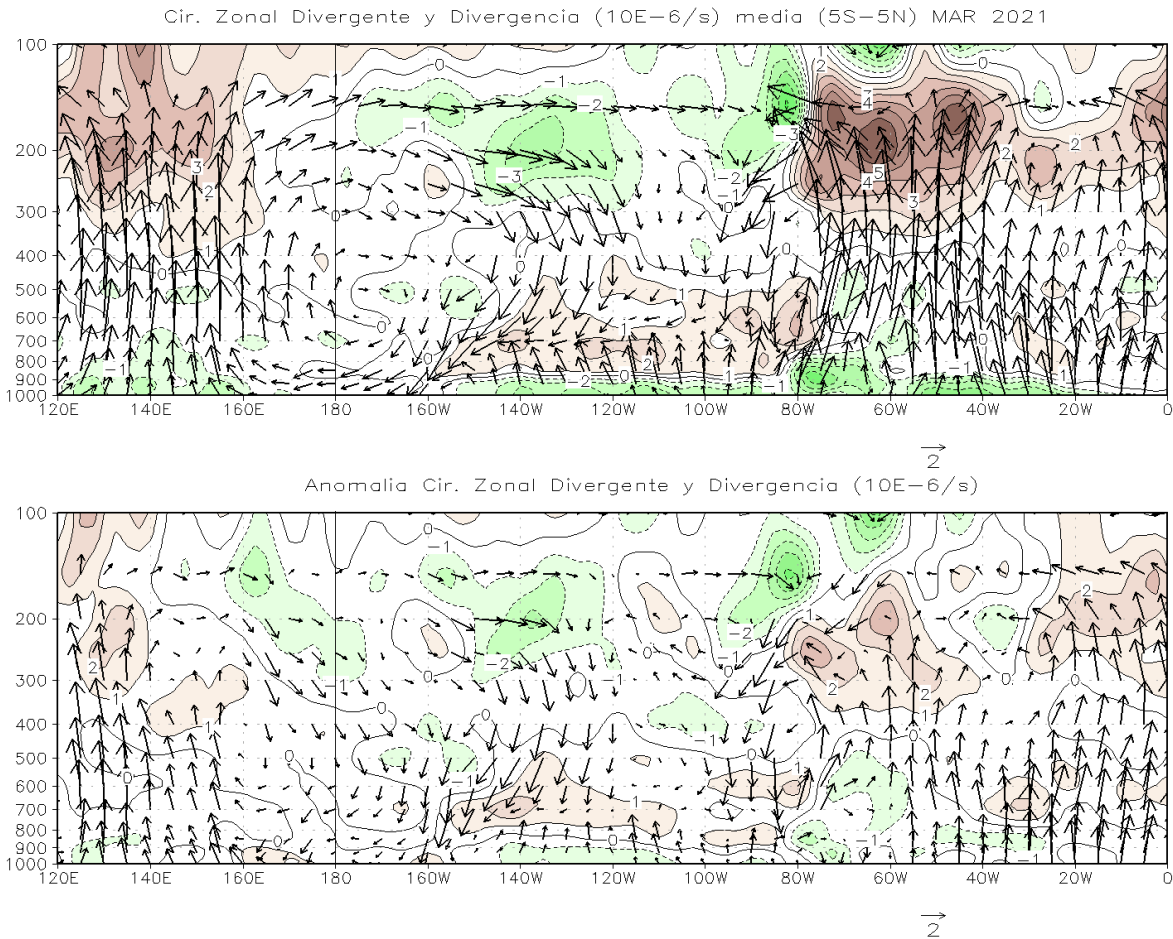


Figura 7. Vectores de circulación zonal y divergencia (contornos de intervalos de $1 \times 10^{-6} \text{ s}^{-1}$) promedio entre 5°S y 5°N . Media mensual (superior) y anomalía. Valores positivos (tonos marrones) de la divergencia meridional corresponden a zonas donde existe divergencia y los negativos a convergencia (tonos verdes), lo mismo aplica para las anomalías. Los vectores describen la 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

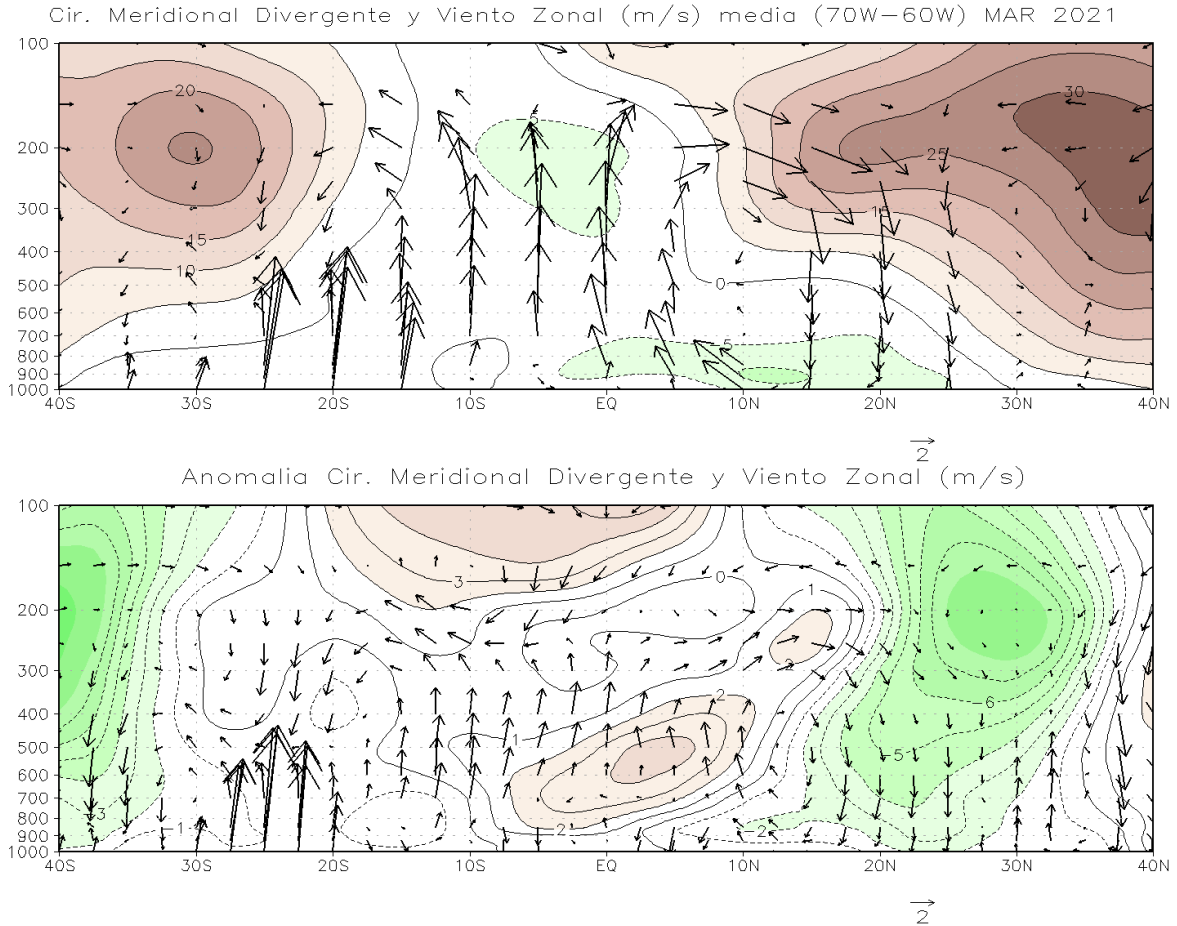


Figura 8. Vectores de circulación meridional y componente zonal de viento (contornos, m/s) medio entre 80°O y 30°O. Media mensual (superior) y anomalía. Valores positivos (tonos marrones) del viento zonal corresponden viento zonal del oeste y los negativos (tonos verdes) a viento del este, lo mismo aplica 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

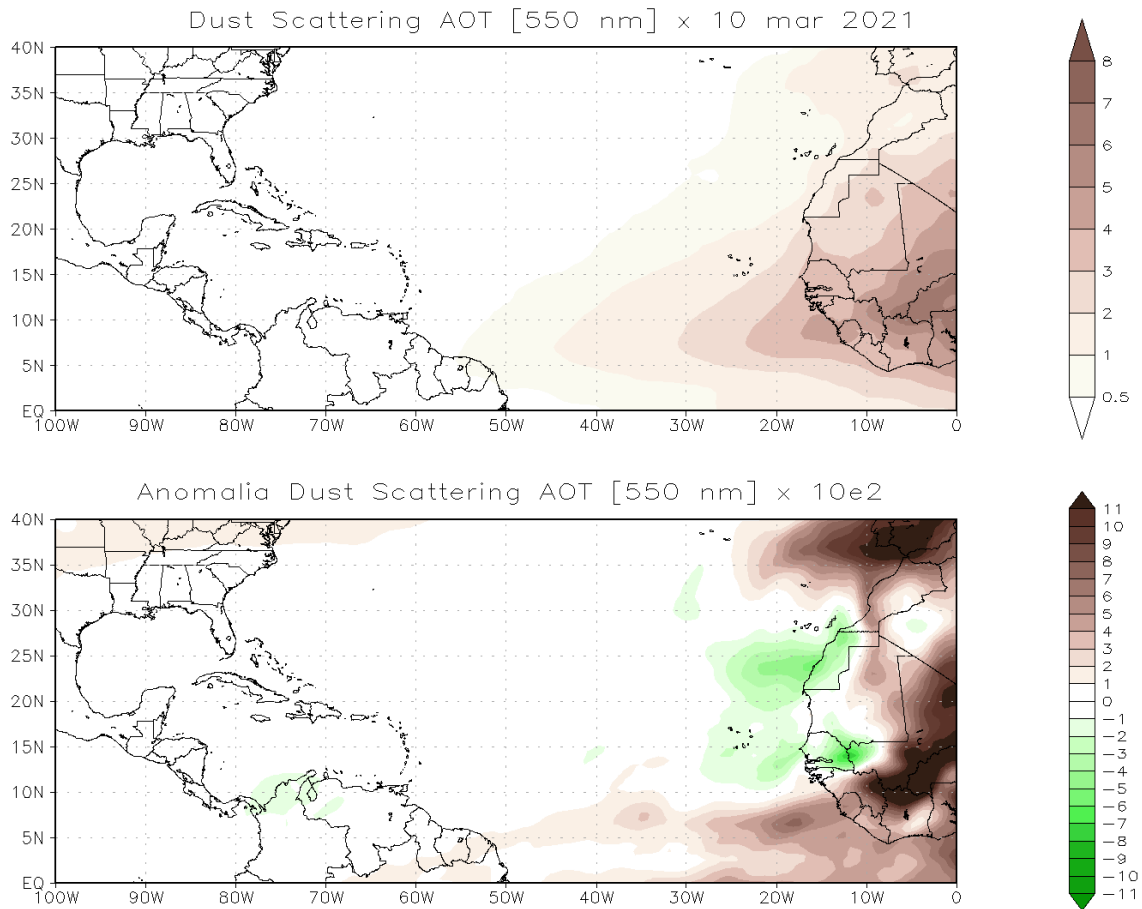


Figura 9. Espesor Óptico Atmosférico (AOT, por sus siglas en inglés) de Polvo Disperso (550nm). Tonos marrones indican valores de observados ($\times 10$) de AOT y anomalías positivas ($\times 10^2$). Tonos verdes indican anomalías negativas ($\times 10^2$). Media climatológica 1991-2020 Datos: MERRA-2 tavgM_2d_aer_Nx: 2d, Monthly mean, Time-averaged, Single-Level, Assimilation, Aerosol Diagnostics V5.12.4. Global Modeling and Assimilation Office (GMAO)

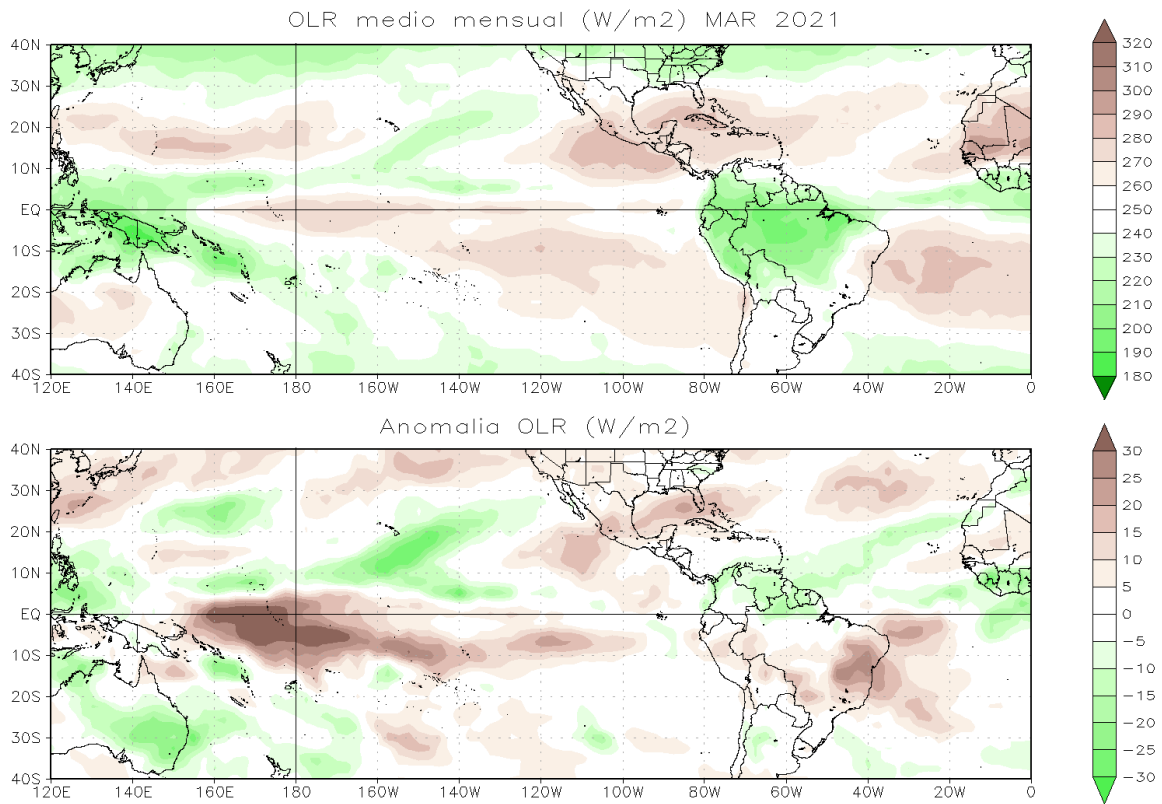


Figura 10. Radiación de Onda Larga Saliente (OLR, por sus siglas en inglés) medio mensual (panel superior) y anomalía. Valores de $OLR \leq 250 \text{ W/m}^2$ (tonos verdes) en la zona tropical indican presencia de nubes de gran desarrollo vertical y actividad convectiva. Anomalías negativas (positivas) 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

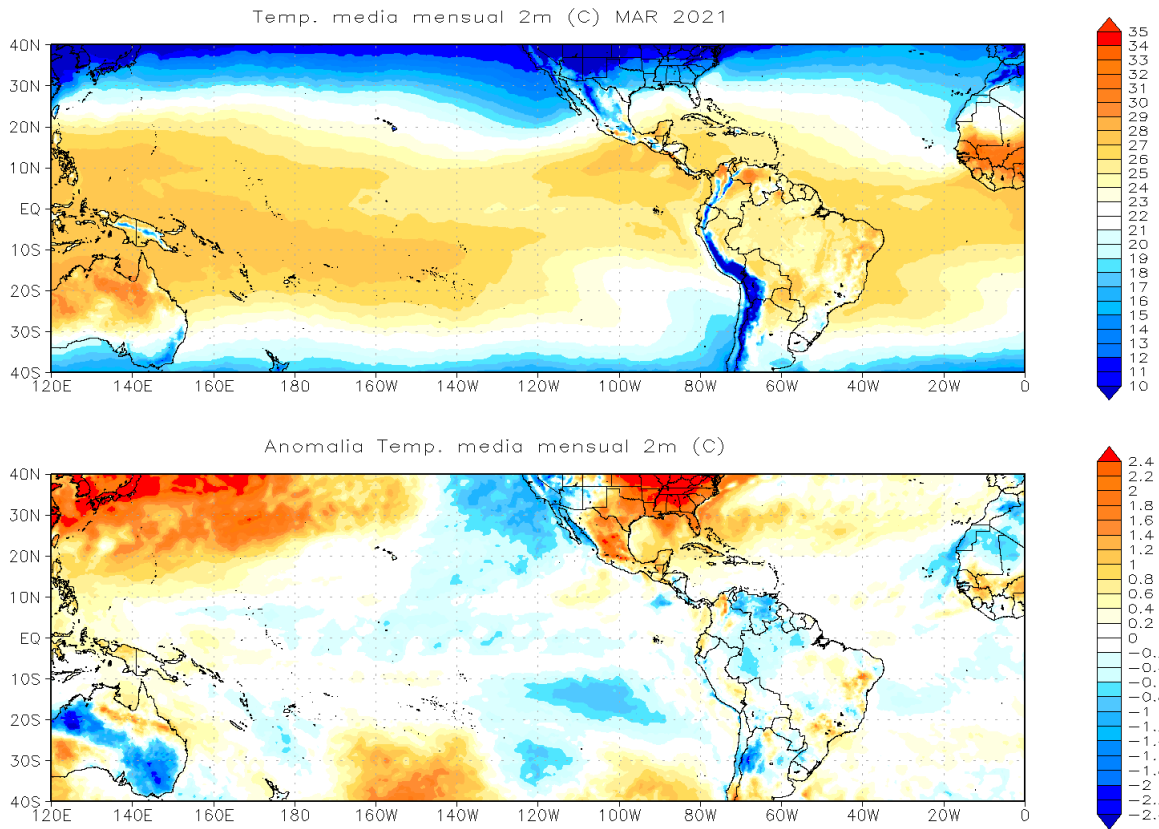


Figura 11. Temperatura a 2 metros del suelo. Media mensual (panel superior) y anomalía. Valores positivos de la anomalía (tonos amarillos) indican temperatura por encima de lo normal, en tanto que valores negativos (tonos azules) temperaturas más frías de lo normal. Media climatológica 1981-2010. Datos: Hersbach, H., Bell, B., Berrisford, P., Biavati, G., Horányi, A., Muñoz Sabater, J., Nicolas, J., Peubey, C., Radu, R., Rozum, I., Schepers, D., Simmons, A., Soci, C., Dee, D., Thépaut, J-N. (2019): ERA5 monthly averaged data on single levels from 1979 to present. Copernicus Climate Change Service (C3S) Climate Data Store (CDS). (Accessed on 22-03-2021), 10.24381/cds.f17050d7

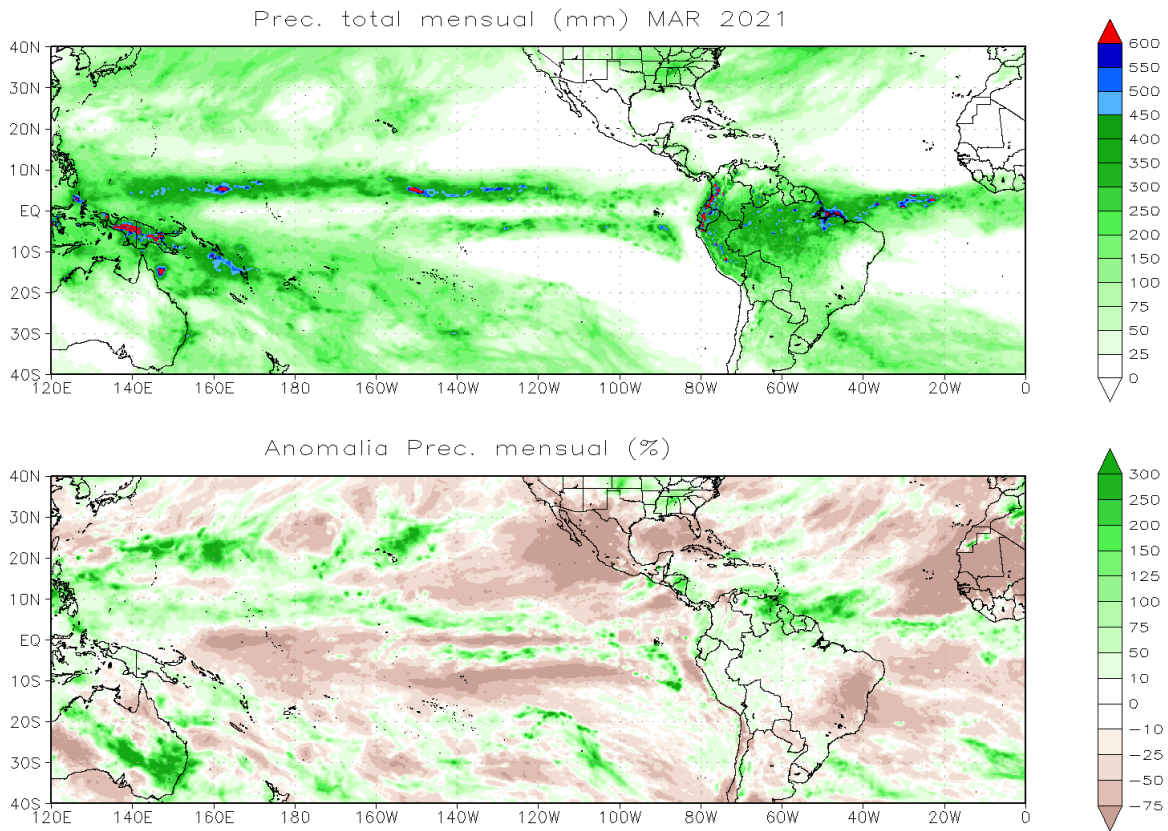


Figura 12. Total mensual de precipitación mensual (panel superior) y anomalía. En las anomalías expresadas en % de la media., tonos verdes indican superávit de precipitación, los tonos marrones déficit. Media climatológica 2003-2020 Datos: Hersbach, H., Bell, B., Berrisford, P., Biavati, G., Horányi, A., Muñoz Sabater, J., Nicolas, J., Peubey, C., Radu, R., Rozum, I., Schepers, D., Simmons, A., Soci, C., Dee, D., Thépaut, J-N. (2019): ERA5 monthly averaged data on single levels from 1979 to present. Copernicus Climate Change Service (C3S) Climate Data Store (CDS). (Accessed on 22-03-2021), 10.24381/cds.f17050d7

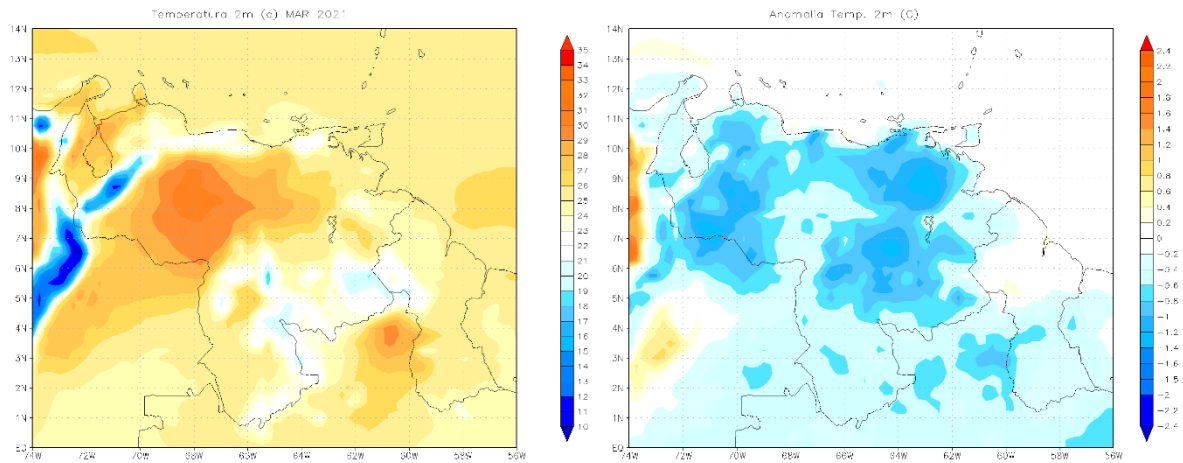


Figura 13. Temperatura a 2 metros del suelo. Media mensual (panel superior) y anomalía. Valores positivos de la anomalía (tonos amarillos) indican temperatura por encima de lo normal, en tanto que valores negativos (tonos azules) temperaturas más frías de lo normal. Media climatológica 1981-2010. Datos: Hersbach, H., Bell, B., Berrisford, P., Biavati, G., Horányi, A., Muñoz Sabater, J., Nicolas, J., Peubey, C., Radu, R., Rozum, I., Schepers, D., Simmons, A., Soci, C., Dee, D., Thépaut, J-N. (2019): ERA5 monthly averaged data on single levels from 1979 to present. Copernicus Climate Change Service (C3S) Climate Data Store (CDS). (Accessed on 22-03-2021), 10.24381/cds.f17050d7

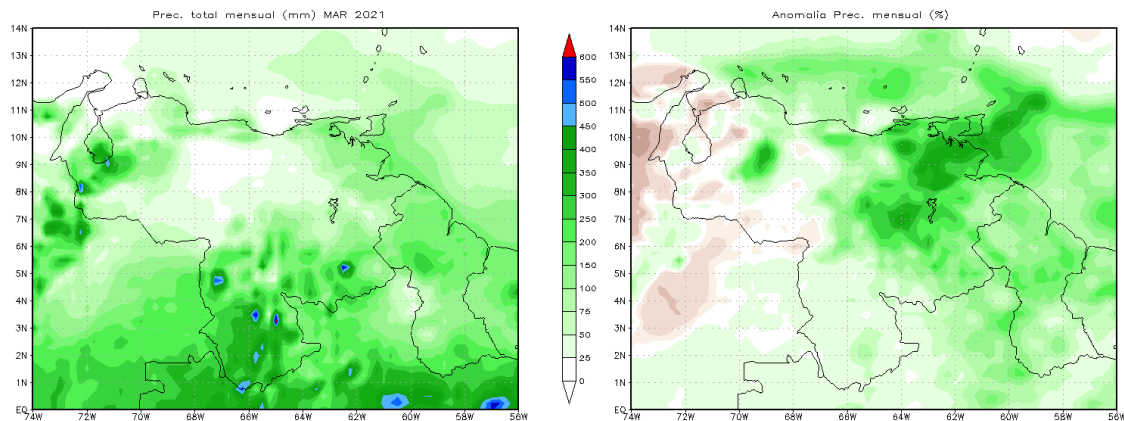


Figura 14. Total mensual de precipitación mensual (panel izquierdo) y anomalía. En las anomalías, tonos verdes indican superávit de precipitación, los tonos marrones déficit. Media climatológica 1981-2010. Datos: Hersbach, H., Bell, B., Berrisford, P., Biavati, G., Horányi, A., Muñoz Sabater, J., Nicolas, J., Peubey, C., Radu, R., Rozum, I., Schepers, D., Simmons, A., Soci, C., Dee, D., Thépaut, J-N. (2019): ERA5 monthly averaged data on single levels from 1979 to present. Copernicus Climate Change Service (C3S) Climate Data Store (CDS). (Accessed on 22-03-2021), 10.24381/cds.f17050d7

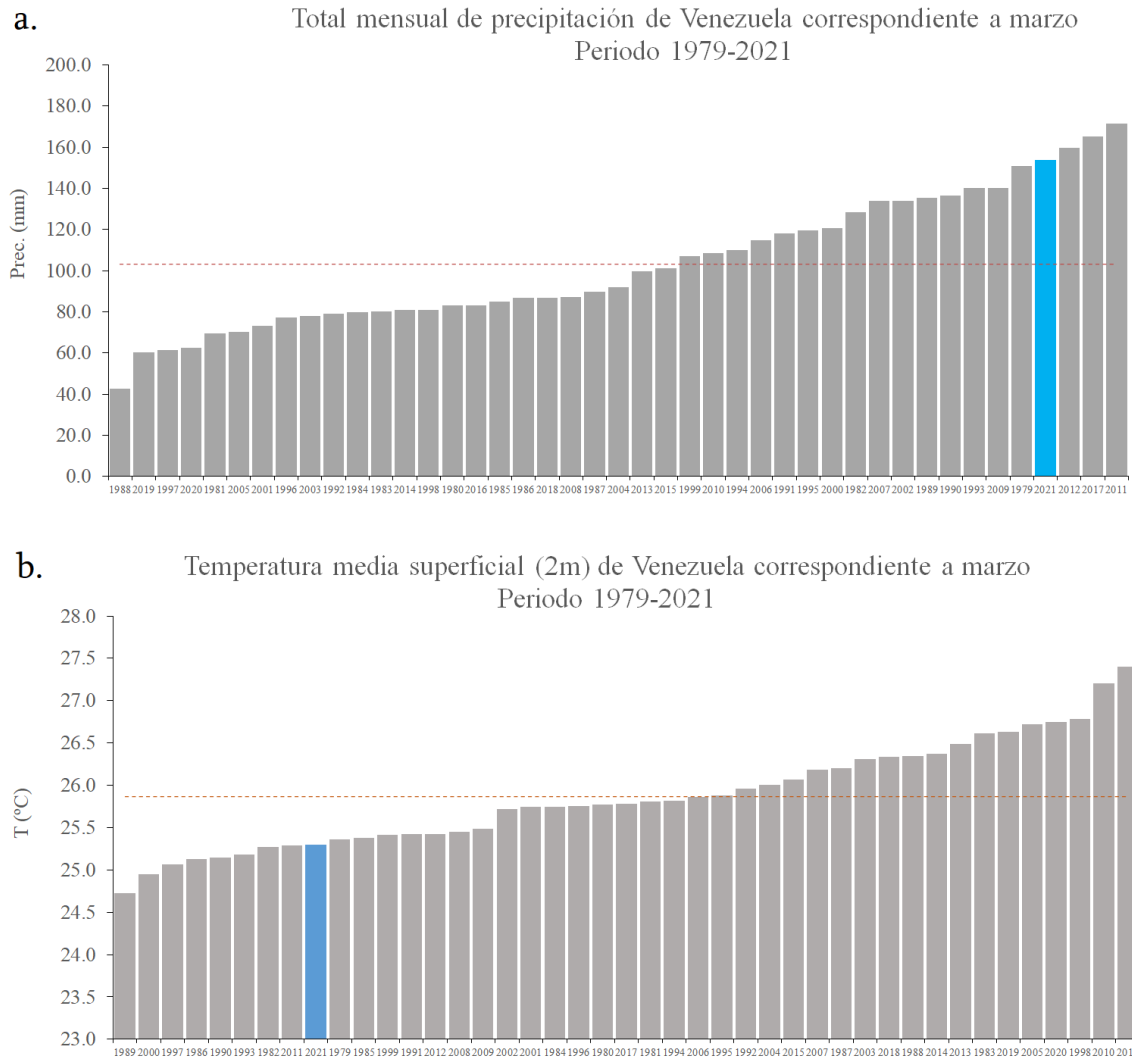


Figura 15. **a.** Total mensual de precipitación mensual y **b.** temperatura media a 2 metros de la superficie promedio de Venezuela correspondiente a los meses de marzo del periodo 1979-2021. Las líneas punteadas corresponden con el promedio del mes, período 1981-2010. Datos: Hersbach, H., Bell, B., Berrisford, P., Biavati, G., Horányi, A., Muñoz Sabater, J., Nicolas, J., Peubey, C., Radu, R., Rozum, I., Schepers, D., Simmons, A., Soci, C., Dee, D., Thépaut, J-N. (2019): ERA5 monthly averaged data on single levels from 1979 to present. Copernicus Climate Change Service (C3S) Climate Data Store (CDS). (Accessed on 22-03-2021), 10.24381/cds.f17050d7

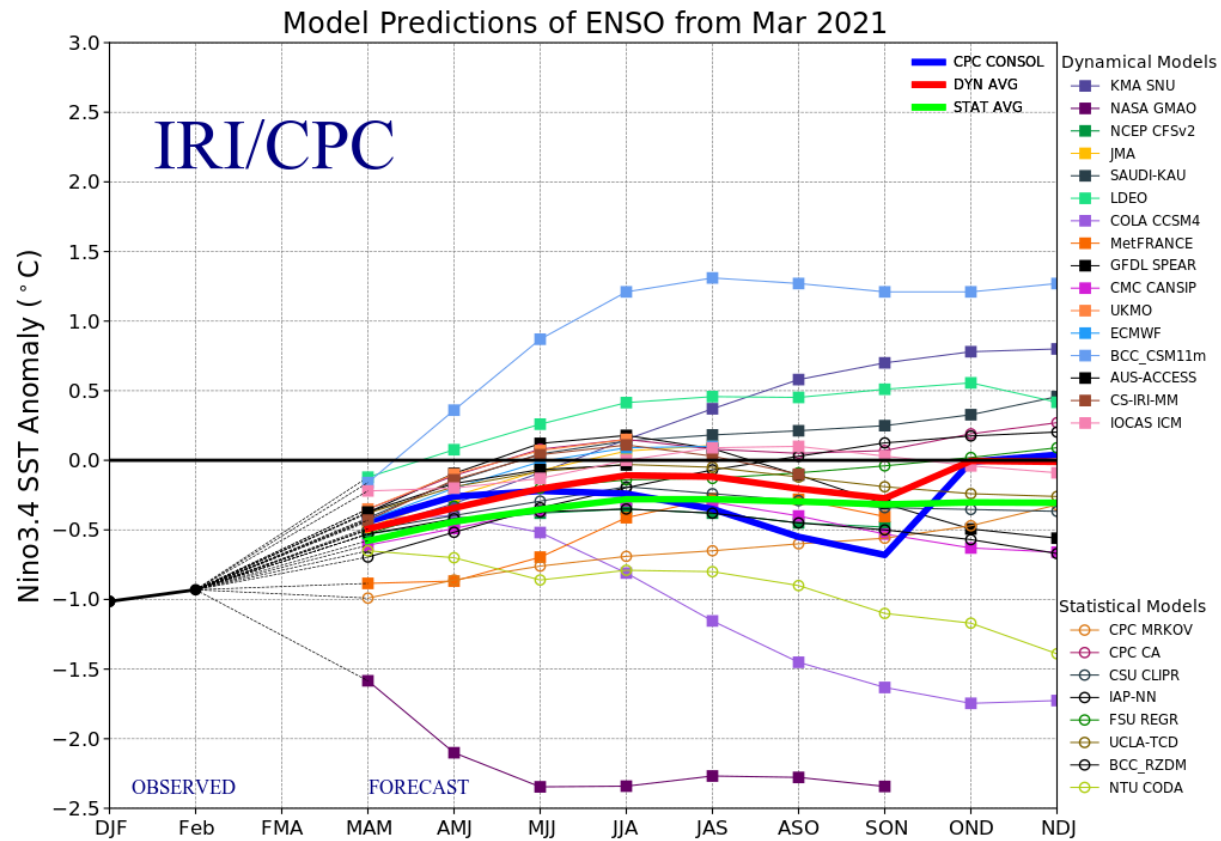


Figura 15. Pronóstico de anomalía de temperatura de la superficie del mar en la región Niño 3.4, Pacífico ecuatorial. Modelos dinámicos 18, modelos estadísticos 8. Fuente: International Institute for Climate and Society, Columbia University.

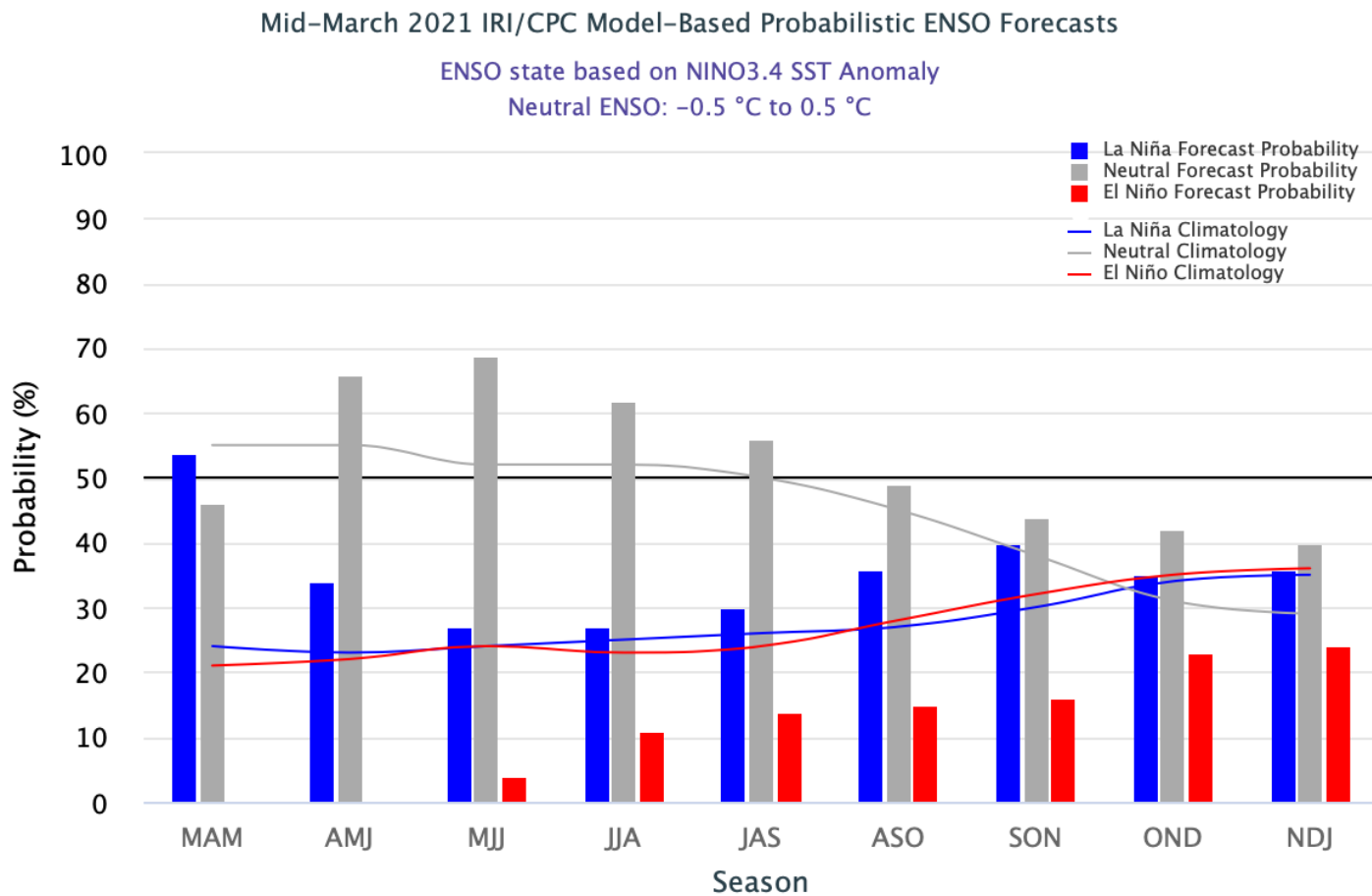


Figura 16. Pronóstico de probabilidad de ocurrencia de las tres categorías de eventos (El Niño, La Niña y Neutral). Las barras indican la probabilidad de cada categoría, en tanto que las líneas la probabilidad climatológica. Fuente: International Research Institute for Climate and Society, Earth Institute. Columbia University.

