

Condiciones ambientales en el Pacífico Mexicano

Período: 30 de septiembre a 30 de diciembre de 2020

Introducción

En los tres primeros trimestres de 2020, las condiciones en el Pacífico ecuatorial fueron ENSO-neutral y ocurrió la transición hacia La Niña, mientras tanto, en el Pacífico norte continuaba la fase negativa de la Oscilación Decadal del Pacífico (PDO) y del Índice del Giro del Pacífico Norte (NPGO). Por otra parte, la temperatura superficial marina (TSM) en el Pacífico Mexicano varió desde poco menos de 15 °C en la costa noroccidental de Baja California (BC), hasta alrededor de 32 °C en el interior del Golfo de California (GC). La ubicación de las zonas más cálidas varió entre las estaciones; en invierno el ambiente fue *ligeramente cálido*, desde Punta Eugenia hasta el paralelo 20 °N (enero), en el Golfo de Tehuantepec (GT-febrero) y desde Nayarit hasta Oaxaca, en especial en el GT (marzo). Durante la primavera en el GC las áreas más templadas fueron: la costa occidental de la península de Baja California (PBC-abril), mientras que en la boca del GC y la costa comprendida entre Jalisco y Guerrero (abril, mayo- junio). A finales de junio hubo otro enfriamiento importante en el Alto Golfo y desde Sinaloa hasta Guerrero. En este contexto, el objetivo de este documento es describir las condiciones ambientales en el Pacífico Mexicano a escala regional durante el tercer trimestre de 2020, mediante el uso de índices climáticos e información de temperatura y precipitación del Servicio Meteorológico Nacional, de la distribución y variabilidad de la temperatura superficial marina (TSM) y la biomasa fitoplanctónica, mediante la concentración de *chl*a, así como de la ocurrencia de eventos hidroclimáticos (huracanes).

Métodos

La temperatura ambiental y la precipitación se obtuvo de los Reportes del Clima en México, del Servicio Meteorológico Nacional¹ (SMN). Los índices climáticos provinieron del *Climate Prediction Center*² (Índice Oceánico de El Niño-ONI), el *National Center for Environmental Information* (PDO³) y de la página del NPGO de Emanuele Di Lorenzo⁴. Las imágenes diarias de temperatura superficial y sus anomalías, son tipo *MUR* (Multi-scale Ultra-high Resolution) con resolución espacial de 0.01°. Las fechas de cada imagen se muestran en las *figuras 2 y 3*. Las imágenes de *chl*a fueron obtenidas por el sensor *Visible and Infrared Imager/Radiometer Suite* (VIIRS) con resolución espacial aproximada de 4.64 km por lado, a escala semanal centradas en la fecha anotada en la *figura 4*; en la segunda semana de enero de 2021, cuando se elaboró este boletín solo había imágenes disponibles hasta la primera semana de diciembre. Todas las imágenes se obtuvieron en formato png del gestor de bases de datos ERDDAP de

¹ <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/diagnostico-climatico/reporte-del-clima-en-mexico>

² http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/detrend.nino34.ascii.txt

³ PDO from ERSST V5 <https://psl.noaa.gov/pdo/> Using EOF from 1920 to 2014 for N Pacific; <https://psl.noaa.gov/pdo/>

⁴ <http://www.o3d.org/npgo/npgo.php>





la NOAA⁵⁶⁷. Por otro lado, las características de los meteoros tropicales y los frentes fríos (FF) se tomaron del del Centro Nacional de Huracanes (NHC por sus siglas en inglés) de EEUU y *Reporte del Clima en México* de octubre y noviembre, y de los boletines diarios⁸, publicados por el SMN. Las propiedades de las ondas cálidas en el Pacífico NE se obtuvieron de la NOAA⁹.

Resultados

Temperatura ambiental y precipitación pluvial

La temperatura promedio nacional en octubre fue de 23.1 °C (anomalía¹⁰:1.8°C) y en noviembre de 20.4 (anomalía: 1.4°C), por lo que octubre fue el tercer mes de octubre más tórrido, y noviembre (junto con el de 2017), el más cálido desde 1953. En octubre, los promedios diarios de la temperatura máxima y media superaron el umbral de ± 2 desviaciones estándar. Las condiciones más tórridas (35-40.0 °C) se registraron en las costas del Pacífico, principalmente en Sinaloa (Sin), Nayarit (Nay), Michoacán (Mich) y Guerrero (Gro). Por estado, Col, Sin y Sonora (Son) registraron su segundo mes de octubre más cálido, mientras que Baja California Sur (BCS) el tercero. El segundo noviembre más caluroso se observó en Son.

La precipitación (PP) durante octubre (55.5 mm) fue 19.1% inferior al promedio (68.6 mm), excepto en el sureste, debido al paso de 6 ondas tropicales, eventos de norte, los ciclones tropicales *Gamma*, *Delta* y *Zeta*, y las bandas nubosas de los frentes fríos 4, 5, 7 y 9. En contraste, en noviembre, la PP nacional (36.6 mm) fue superior al promedio (26.9 mm), debido a la entrada de humedad causada por los FF 11 al 17, las ondas tropicales 43 y 44, canales de baja presión, y las bandas nubosas asociadas con los huracanes *Eta* e *Iota* en el sur y sureste; en el resto del país las anomalías variaron entre el intervalo normal (+0.5 a -0.5) y por debajo del promedio (<-0.5).

El período agosto-octubre fue el más seco desde 1953, por lo que la huella de sequía aumentó del 15.09%, el 31 de julio, a 37.9%, el 31 de octubre. Los principales núcleos de sequía al final de octubre ocurrieron en el Pacífico sur, incluyendo parte de Gro y Oaxaca (Oax), y en el norte del país: Sonora, Chihuahua, Sinaloa, Durango y Coahuila. En contraste, durante noviembre, desde el norte hasta el centro del país las condiciones fueron secas y cálidas, mientras que, húmedas y más frescas en los estados del Golfo de México y la península de Yucatán.

⁵ <https://coastwatch.pfeg.noaa.gov/erddap/griddap/jplMURSST41.graph>

⁶ <https://coastwatch.pfeg.noaa.gov/erddap/griddap/jplMURSST41anom1day.graph>

⁷ <https://coastwatch.pfeg.noaa.gov/erddap/griddap/nesdisVHNSQchlaWeekly.graph>

⁸ <https://smn.conagua.gob.mx/es/comunicados-de-prensa>

⁹ The California Current Marine Heatwave Tracker: <https://www.integratedecosystemassessment.noaa.gov/regions/california-current/cc-projects-blobtracker>

¹⁰ Período base:1981-2010

Av. México No. 190 Colonia del Carmen C.P. 04100 Alcaldía Coyoacán,

Ciudad de México. Teléfono (55) 3071 9500 www.gob.mx/inapesca





Índices climáticos

En la región Niño 3.4, ubicada en el centro del Pacífico, las características de La Niña en el océano y atmósfera fueron evidentes partir de agosto; entre septiembre y diciembre el ONI osciló alrededor de -1.2 (Fig. 1 A). Los modelos recopilados por el Centro de Predicciones Climáticas/NCEP/NWS y el International Research Institute for Climate and Society¹¹ (Universidad de Columbia) sugieren que La Niña continuará durante el invierno de 2021 (~95% de probabilidad) y que la transición a condiciones ENSO-neutral ocurrirá durante la primavera con 55% de probabilidad.

El PDO fue negativo y osciló alrededor de -1 en el verano y otoño de 2020 (Fig. 1B). La fase negativa del NPGO ha prevalecido desde finales de 2013, y fue muy acentuada desde el otoño de 2017, hasta el otoño de 2019 (< -2), en el invierno y primavera de 2020, el índice aumentó, pero se mantuvo por debajo de -1 (Fig. 1C).

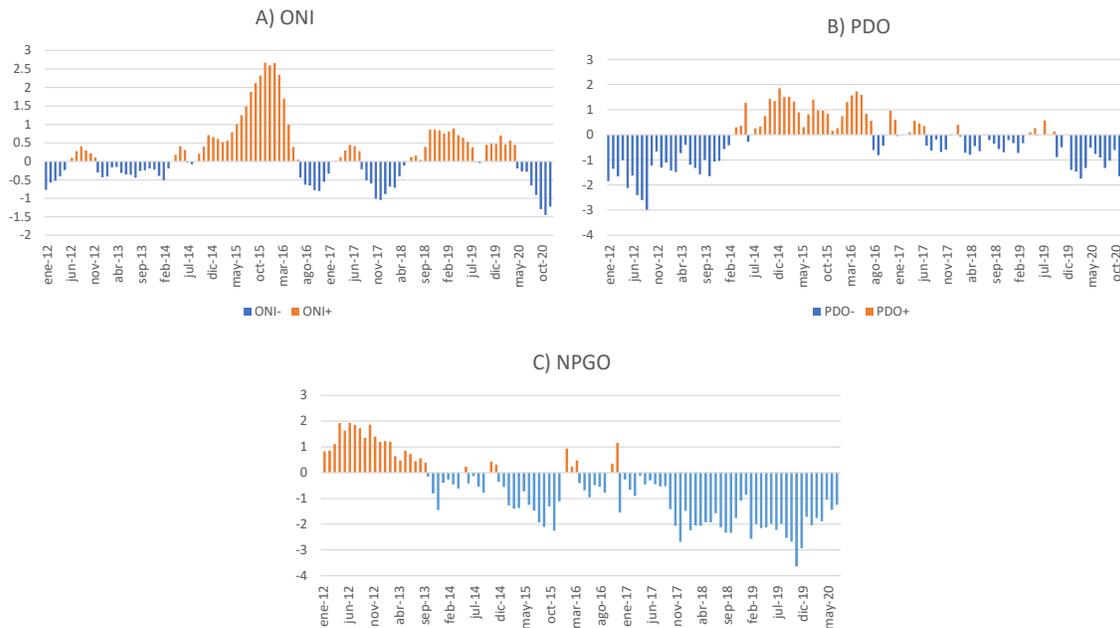


Fig. 1 Índices climáticos. A) Índice Oceánico de El Niño (ONI); B) Oscilación Decadal del Pacífico (PDO); C) Oscilación del Giro del Pacífico Norte (NPGO). Las fuentes están incluidas en el texto. El ONI y el PDO abarcan de enero de 2012 a diciembre de 2020, mientras que el NPGO de enero de 2012 a julio de 2020.

Ondas cálidas marinas en el Pacífico Norte

En los primeros meses de 2020, se desarrolló la onda cálida marina NEP20a, la cual dio lugar a la NEP20b, frente a la costa de Oregón y Washington (EEUU). Esta última fue el resultado de la unión de

¹¹ Pronóstico del Centro de Predicciones Climáticas/NCEP/NWS y el Instituto Internacional de Investigación para el Clima y la Sociedad del 14 de enero 2021. https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ens0_advisory/ensodisc_Sp.pdf

Av. México No. 190 Colonia del Carmen C.P. 04100 Alcaldía Coyoacán,

Ciudad de México. Teléfono (55) 3071 9500 www.gob.mx/inapesca





estructuras cálidas ubicadas en alta mar y cercanas de la costa, a fines de agosto. En la tercera semana de septiembre alcanzó ~ 9.8 millones de km². Al principio de noviembre la NEP20b disminuyó de tamaño (~7 millones de km²). Por otro lado, la zona cálida localizada al sur del California Bight se contrajo y separó de la NEP20b.

Temperatura superficial marina

La TSM varió desde ~22 °C hasta ~32 °C (Fig. 2). Los valores más bajos se obtuvieron en la costa noroccidental del estado de BC. En esa región la isoterma de 20 °C se desplazó entre los paralelos 25 y 22 °N, entre las últimas semanas de septiembre y diciembre, como se observa en las imágenes centradas el 30 de septiembre y 30 de diciembre en la *figura 2*; las temperaturas más bajas se registraron en diciembre en la costa del estado de BC, en especial en la Bahía de Vizcaíno.

En el Golfo de California (GC), la temperatura fue > 30°C durante la mayor parte de octubre, principalmente en Son y Sin, aunque comenzó a disminuir en la última semana como se observa en la imagen del 28 de octubre en la *figura 2*, de norte a sur; las temperaturas más bajas se registraron en las inmediaciones de las Grandes Islas y la costa de Sonora durante diciembre.

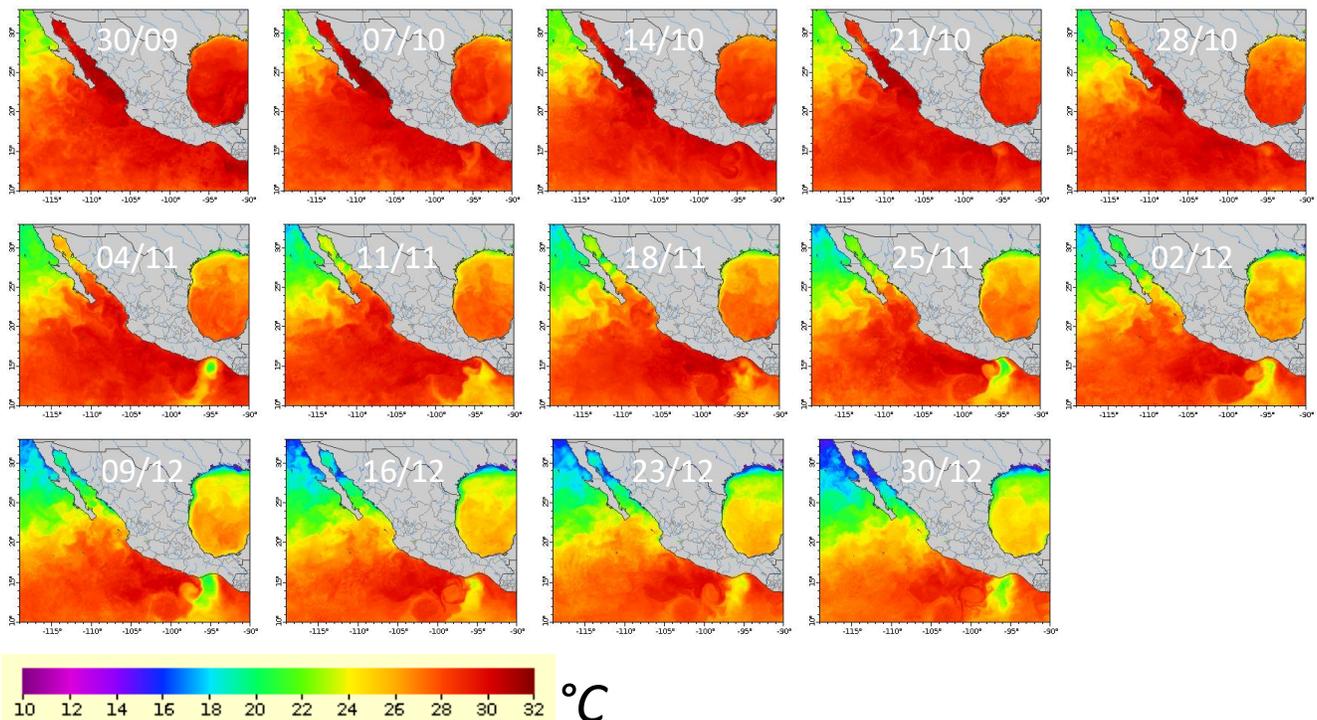


Fig. 2 Temperatura superficial marina registrada en el Pacífico Mexicano desde el 30 de septiembre hasta el 30 de diciembre. Imágenes diarias tipo MUR. Unidades: °C.





En la costa comprendida entre Nayarit (Nay) y Chiapas (Chis), la temperatura fue elevada ($>28^{\circ}\text{C}$) en octubre y noviembre (Nay y Oax). En el Golfo de Tehuantepec (GT) hubo periodos de bajas temperaturas ($\approx 20^{\circ}\text{C}$) desde noviembre, causados por el paso de los nortes.

Durante el trimestre las condiciones variaron entre *muy cálidas* (anom.: $+3^{\circ}\text{C}$) y *muy templadas* (anom.: -3°C). Las anomalías positivas extremas se observaron principalmente en la costa occidental de BC; las más acusadas ($>2^{\circ}\text{C}$) se presentaron desde finales de septiembre hasta la segunda semana de noviembre (30 de septiembre-11 de noviembre en la *figura 3*), y se “reactivaron” en la tercera semana de noviembre, principalmente entre los paralelos 15 y 27°N . Cerca de la costa se observaron zonas con anomalías negativas, principalmente al sur de Punta Eugenia, aparentemente relacionadas con la surgencia de agua subsuperficial causada por la influencia de los vientos provenientes del NO. Durante diciembre, aunque hubo anomalías positivas en la zona oceánica, éstas se mantuvieron alrededor de la unidad. En contraste, en las primeras dos semanas de ese mes continuaron las anomalías negativas en las inmediaciones del litoral desde el sur de Ensenada (BC) hasta Cabo San Lucas (BCS), ubicado en el extremo sur de la península.

En el GC las condiciones fueron *extremadamente cálidas* (anom. $>2^{\circ}\text{C}$) durante octubre, principalmente en las semanas centradas el 14 y 21 de octubre; a partir de la última semana de ese mes las anomalías disminuyeron alrededor de 2 unidades, lo cual coincidió con el ingreso del FF núm. 10, el cual disminuyó la temperatura ambiental en el norte de BC y el NO de Son. En noviembre, mientras que en el Alto Golfo y la Boca las anomalías continuaron siendo positivas ($+1^{\circ}\text{C}$), en las inmediaciones de las Grandes Islas y la costa norte de Sin, se observó lo contrario ($<-1^{\circ}\text{C}$) debido a la influencia de los FF 12, 14, 15, 16 y 17. Durante diciembre predominaron las condiciones *templadas* (anom. $<0^{\circ}\text{C}$), en particular en las inmediaciones de las Grandes Islas, la costa central de Son y Sin, y en Bahía Banderas (Jal). Las áreas cubiertas por anomalías negativas intensas se extendieron paulatinamente de norte a sur a lo largo de ese mes debido a las características propias del final del otoño y a la presencia de los FF 18 a 24.

En la costa comprendida entre Bahía Banderas y Chiapas (Chis) las condiciones fueron *normales* (anom. entre -1 y $+1$) durante octubre y noviembre, mientras que fueron *muy cálidas* en gran parte de la zona oceánica comprendida entre Cabo Corrientes (Jal) y Puerto Ángel (Oax) durante el mismo periodo, lo que propició el paso del huracán Marie (29 de sept. – 7 de oct) y las tormentas tropicales (TT) *Norbert* (5 – 15 de oct.), *Odalys* (3-6 de noviembre) y *Polo* (17-19 de noviembre). En contraste, en las inmediaciones de la costa las condiciones fueron ligeramente templadas (0 a -1), en especial en la costa norte de Jalisco (28 de octubre-2 diciembre), así como frente a Colima (11 de noviembre) y Guerrero (25 de noviembre). En diciembre predominaron las anomalías negativas, en especial en Jalisco y Colima durante las tres primeras semanas, mientras que en la última se extendieron a toda la costa.

En el GT se manifestó la surgencia de agua subsuperficial durante la primera semana de octubre y posteriormente durante noviembre y diciembre. Las anomalías negativas más acusadas y extensas se





observaron en noviembre (11 de noviembre) y los primeros días de diciembre, porque abarcaron desde la costa oriental del GT hasta el sur del paralelo 10 °N. En contraste, en las imágenes entre el 11 y 25 de noviembre se observaron anomalías positivas muy intensas en la costa occidental del GT, esta estructura se extendió desde la costa hacia el sur, y llegó alrededor del paralelo 10 °N. En diciembre predominaron las condiciones templadas, en especial en las semanas centradas el 9 y 30 de diciembre, debido a los vientos causados por los FF 19 y 24.

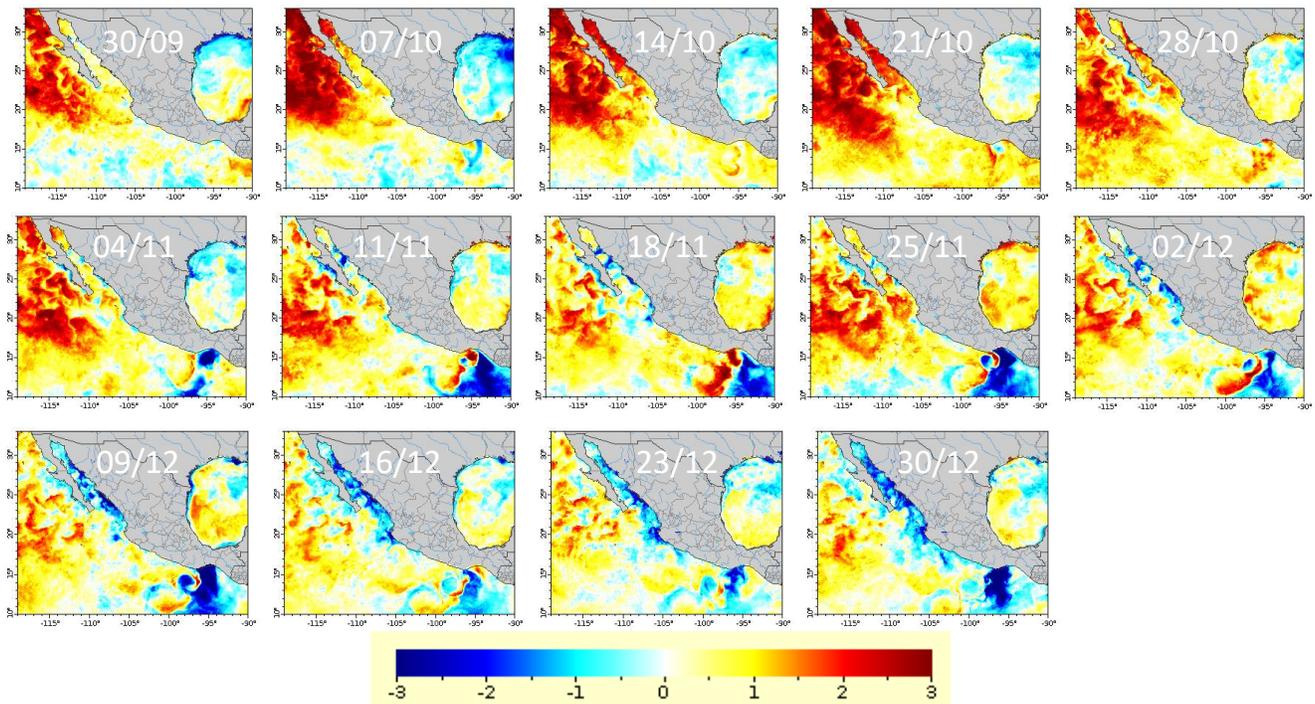


Fig. 3. Anomalías de la temperatura superficial marina desde el 30 de septiembre hasta el 30 de diciembre. Imágenes diarias tipo MUR, periodo base 2003-2014. Unidades: °C.

La abundancia de la *chl a* entre el 2 de septiembre y el 9 de diciembre varió entre poco más de 0.1 y 2 mg m⁻³, en la mayor parte de la zona costera (Fig. 4). El pigmento fue abundante durante casi todo el periodo en el GC y la costa noroccidental de la península de Baja California, entre la frontera con EEUU y Punta Eugenia, excepto durante octubre, cuando la franja cubierta por las concentraciones cercanas a 2 mg m⁻³ fue más estrecha. En el GC esos valores se observaron en el Alto Golfo y la región de las Grandes Islas, así como en Nay y Bahía Banderas.

En noviembre en la costa occidental de la PBC se observan áreas con concentraciones de *chl a* elevadas, asociadas con la ocurrencia de surgencias, de manera similar se observaron altas cantidades del pigmento en las inmediaciones de las Grandes Islas y áreas puntuales de la costa sur de Son y el norte





de Sin, cuya máxima extensión se observa en la imagen del 2 de diciembre cuando abarcaron gran parte de la costa de este último estado.

El pigmento fue escaso desde la frontera de Jalisco y Colima, hasta Puerto Ángel (Oax), mientras que en el GT fue muy variable, pero a finales de septiembre y durante octubre se observaron estructuras extensas y con concentraciones elevadas, desde la costa hasta el paralelo 10 °N, así como en la costa de Jal, Gro y Oax, donde fue evidente la liberación de giros de la surgencia asociada con el paso de vientos por el Itsmo de Tehuantepec.

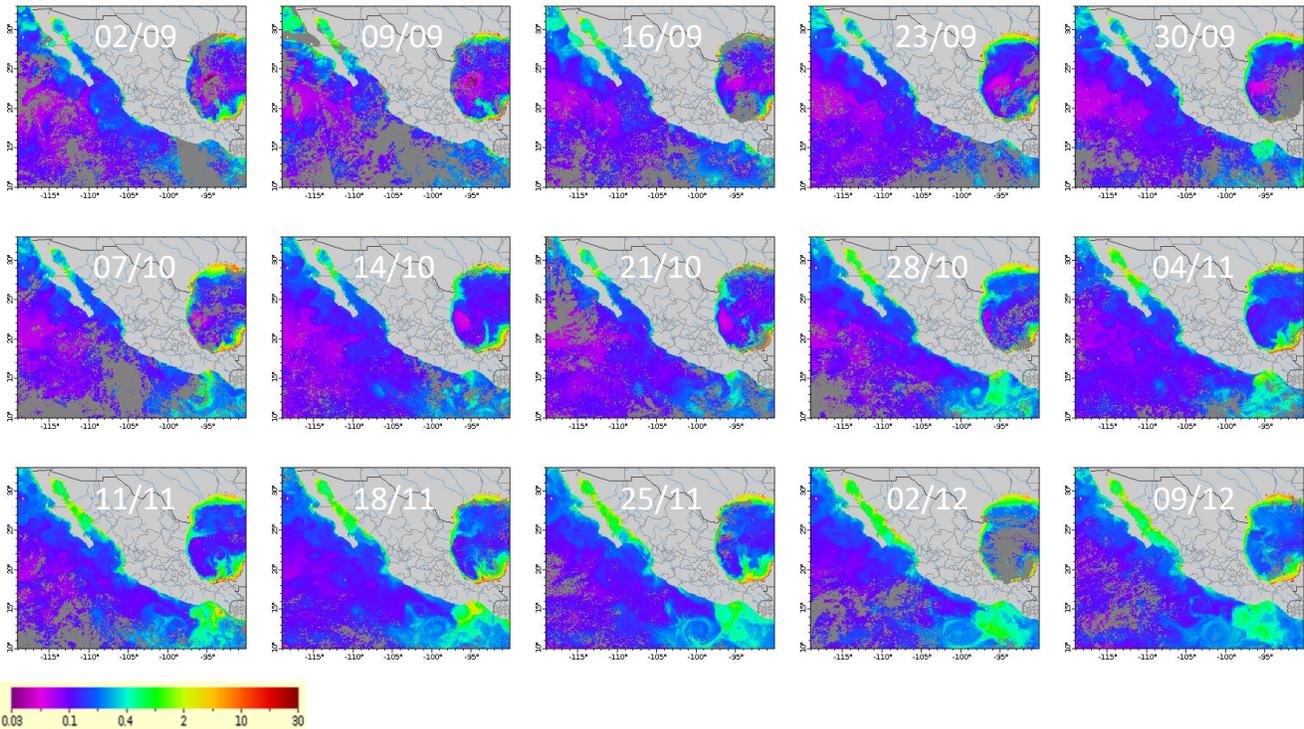


Fig. 4 Clorofila-a registrada en el Pacífico Mexicano desde el 2 de septiembre hasta el 9 de diciembre. Compuestos semanales obtenidos por el sensor VIIRS, centrados en la fecha anotada en cada imagen. Unidades: mg chl a m⁻³

Huracanes y meteoros de origen tropical

Entre el 5 de septiembre y el 19 de noviembre se formaron 7 meteoros (Tabla 1), de los cuales seis fueron tormentas tropicales y uno, huracán categoría 4 en la escala de Saffir Simpson (EHSS) como se muestra en la *tabla 1*. Por otro lado, según el NHC-NOAA, la cantidad de huracanes en el Pacífico Oriental durante la temporada 2020 (16) fue similar al promedio del periodo 1981-2010 (15); sin embargo, la actividad ciclónica acumulada (ECA: 63.9225) y la cantidad de huracanes (4; prom: 8), y de huracanes mayores EHSS>3 (3; prom:4) fue inferior. Cabe resaltar que en noviembre se formaron las





tormentas tropicales (TT) *Odalys* y *Polo* por lo cual fue el sexto año, de los últimos siete, con meteoros en ese mes.

Tabla 1.- Meteoros que se formaron en el Pacífico oriental entre septiembre y noviembre. Claves: TT: Tormenta tropical; DT: Depresión tropical. Unidades hPa: hectopascales. ECA: Energía Ciclónica Acumulada

Nombre	Fechas	Categoría máx.	Rapidez máx. viento km/h	Presión mín (mbar)	ECA
Lowell	20–25 de sept.	TT	85	999	2.6175
Marie	29 de sept.–7 de oct.	EHSS4	215	947	18.8775
Norbert	5– 5 de oct.	TT	85	1001	0.81
Odalys	3–6 de nov.	TT	85	1000	0
Polo	17–19 de nov.	TT	75	1004	0

Frentes fríos (FF)

La Coordinación General del Servicio Meteorológico Nacional (CGSMN) para la temporada 2020-2021 pronostica 54 FF. Entre septiembre y diciembre hubo 24 eventos, por lo que todos los meses se superaron los valores promedio. En la región NO del Pacífico Mexicano, durante octubre ingresaron los FF 7 (días 15-18) y 10 (26-27); este último coincidió con la primera tormenta invernal (TI-1). En noviembre se presentaron los FF 12 (7-11), 14 (19-20), 15 (23), 16 (25-26) y 17 (26 nov-2 dic). En diciembre, se presentaron los FF 18 (2-5), 20 (13), 21 (15-18), 22 (17-22), 23 (23-25) y 24 (28 dic-4 ene). El FF 18 fue impulsado por la TI-2, mientras que el FF 19 con la TI- 3, la cual interaccionó con la corriente de chorro polar y un río atmosférico, causando lluvias fuertes en el noroeste de México. El 30 de diciembre se registró la cuarta TI y el FF 24, lo que, junto con un río atmosférico causó vientos fuertes (> 50 km/h), oleaje de 1-3 m de altura y una fuerte disminución de temperatura en la costa occidental de PBC y el GC.

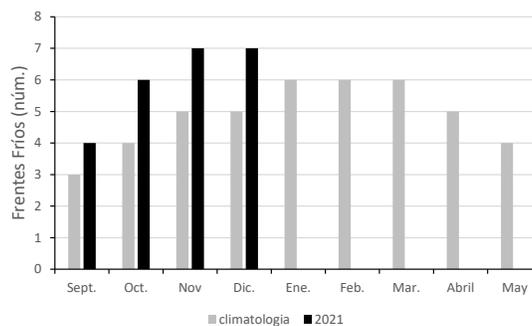


Fig. 5 Frentes Fríos ocurridos entre septiembre y diciembre de 2020. La cantidad observada supera el promedio, probablemente por la presencia de La Niña. Periodo base: 1981-2010.

Créditos: María del Carmen Jiménez Quiroz. Investigador DGAIPP correo electrónico: carmen.jquiroz@imipas.gob.mx

