



## Condiciones ambientales en el Pacífico Mexicano

Período: 01 de enero a 31 de marzo de 2021, con un resumen de lo ocurrido en 2020.

### Introducción

Durante el año 2020, la temperatura atmosférica y marina a escala global fue elevada por lo que este año y 2016, han sido los más cálidos desde el inicio de los registros en el siglo XIX. Durante la mayor parte del año las condiciones en el océano Pacífico central, según el índice Oceánico de El Niño (ONI), fueron ENSO-neutrales. En comparación, los valores del índice de la Oscilación Decadal del Pacífico (PDO), fueron negativos, a pesar de que se presentaron dos ondas cálidas en el Pacífico Nororiental (Northeast Pacific Marine Heatwave o NEP) y concluyó la NEP19, que había iniciado un año antes. En primavera se formó la NEP20a, la novena onda más grande de los últimos 38 años; que durante el verano dio lugar a la NEP20b, frente a la costa de Oregón y Washington, que en la tercera semana de septiembre se convirtió en la más extensa ( $\approx 9.8$  millones de  $\text{km}^2$ ) desde 1982. Por otro lado, durante el primer semestre continuó la fase negativa del indicador de la Oscilación del Giro del Pacífico Norte (NPGO), lo que sugiere que la corriente de California era más débil de lo normal. La descripción de las imágenes de la temperatura superficial marina y de sus anomalías, mostró que los meses más templados en el Pacífico Mexicano fueron febrero y marzo, especialmente al norte de Punta Abreojos, en la costa occidental de la península de Baja California (PBC) y de Bahía de los Ángeles en el Golfo de California (GC). En contraste, agosto y septiembre fueron los meses más cálidos y las temperaturas más altas se observaron desde el sur de Sonora hasta Chiapas. Durante el invierno las condiciones ambientales variaron entre *ligeramente cálidas* y *muy cálidas* (GT); en primavera el ambiente fue *templado* y *muy templado* en las inmediaciones del litoral, mientras que en la zona oceánica frente a la PBC fue *muy cálido*. Al final de la primavera y durante el verano, las condiciones en el GC, así como desde Jalisco hasta Chiapas fueron *templadas* y *muy templadas* (anomalías  $<-1$ ), mientras que en el noroccidente ocurrió lo contrario ( $+3$  °C). En otoño, las anomalías de temperatura en la costa noroccidental variaron entre *extremadamente cálidas* y *cálidas*, mientras que en el interior del GC, octubre fueron *extremadamente cálidas*, aunque en los meses posteriores se tornaron *templadas* y *moderadamente templadas*. En la costa occidental y sur, las condiciones variaron entre *cálidas*, *normales* y *templadas* entre septiembre y diciembre. Las mayores concentraciones de clorofila-*a* ( $> 5$   $\text{mg m}^{-3}$ ) ocurrieron en la costa occidental de BCS, en el interior del GC, en la costa de Jalisco y en el GT durante el invierno y primavera, mientras que las más bajas ( $<0.2$   $\text{mg m}^{-3}$ ) desde Sonora hasta Chiapas, entre agosto y octubre. La temporada de huracanes en el Pacífico durante 2020 fue calificada como *promedio* y la Energía Ciclónica Acumulada (ECA) fue inferior a la media. Hubo 16 ciclones con nombre, tres de los cuales fueron huracanes mayores (Escala Saffir-Simpson  $>3$ ). En contraste, la temporada en el océano Atlántico fue muy activa. Se formaron 30 tormentas con nombre, de las cuales 6 fueron huracanes mayores y la ECA superó (174.20) al promedio (128 unidades). Por otra parte, en la





temporada septiembre 2019-mayo 2020, se registraron 66 frentes fríos (FF), mientras que entre septiembre y diciembre de 2020, hubo 22 FF y los meses con mayor actividad fueron noviembre y diciembre.

El objetivo de este documento es describir las condiciones ambientales a escala regional, mediante el uso de índices climáticos, así como presentar un resumen de las variaciones de la temperatura y la biomasa fitoplanctónica, a partir de la concentración de clorofila-*a* (*chl<sub>a</sub>*), en el Pacífico Mexicano y de la ocurrencia de eventos hidroclimáticos (FF).

## Métodos

La temperatura ambiental y la precipitación se obtuvo de los *Reportes del Clima en México*, del Servicio Meteorológico Nacional<sup>1</sup> (SMN). Los índices climáticos (Fig. 1) son publicados en las páginas electrónicas del *Climate Prediction Center*<sup>2</sup> (Índice Oceánico de El Niño-ONI), el *National Center for Environmental Information* (PDO<sup>3</sup>) y de Emanuele Di Lorenzo<sup>4</sup> (NPGO). 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<sub>a</sub>* 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 abril de 2021, cuando se elaboró este boletín solo había imágenes disponibles hasta la primera semana de marzo. Todas las imágenes se obtuvieron en formato de imagen (\*.png) del gestor de bases de datos ERDDAP de la NOAA<sup>5,6,7</sup>. Por otro lado, las características de los frentes fríos (FF) se tomaron de los *Reportes del Clima en México* de enero y febrero, y de los boletines diarios<sup>8</sup>, publicados por el SMN.

## Resultados

### *Temperatura ambiental y precipitación pluvial*

La temperatura media registrada en enero a escala nacional fue de 16.4 °C (anomalía: -0.2 °C; periodo base: 1981-2010). La temperatura mínima promedio fue 8.2 °C (anomalía -0.4 °C) y hubo temperaturas mínimas inferiores a 0.0 °C en el norte y noroeste debido al paso de nueve sistemas frontales (SMN,

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

<sup>2</sup> [http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis\\_monitoring/ensostuff/detrend.nino34.ascii.txt](http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/detrend.nino34.ascii.txt)

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

<sup>4</sup> <http://www.o3d.org/npgo/npgo.php>

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

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

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

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





2021<sup>9</sup>). En la región noroeste los eventos con mayor influencia fueron el FF 31 (22-26 de enero), a partir del cual se originó la séptima tormenta invernal, el FF 32 (25-29 de enero), que dio origen a la octava tormenta invernal, el FF 33 (29 de enero-3 de febrero) y el FF 34 (3-8 de febrero). La temperatura máxima fue de 24.6 °C y los valores más altos se registraron en la zona costera de Sinaloa, y desde el sur de Jalisco hasta Chiapas.

En febrero, la temperatura media nacional fue 18.0 °C (anomalía: 0.2 °C). La temperatura mínima promedio fue de 9.3 °C y los valores más bajos en la vertiente del Pacífico se registraron en la PBC y Sonora (<10 °C). La temperatura máxima promedio fue 26.7 °C y los valores extremos (>26 °C) se registraron desde el sur de Sonora hasta Chiapas. Por otro lado, un sistema de alta presión produjo condiciones soleadas y secas, en el noroeste, occidente, centro y suroeste del país durante varios días.

En marzo la temperatura media fue 20.3 °C (anomalía: 0.6 °C). La temperatura mínima en el país fue de 11.4 °C y las temperaturas más bajas se observaron en Chihuahua, la PBC y Sonora. La temperatura máxima fue de 29.2 °C y los valores más altos (> 30 °C) en las inmediaciones del Pacífico mexicano se registraron desde Sonora hasta Chiapas, aunque al sur de Sinaloa hubo temperaturas mayores a 35 °C. Las regiones más cálidas fueron la costa de Jalisco, la zona caliente de Michoacán, Guerrero y la costa de Oaxaca y Chiapas. En marzo, los sistemas de alta presión presentes en el centro-norte, centro-sur y occidente del país dieron lugar a una onda de calor que bloqueó el desplazamiento de los FF y la entrada de humedad proveniente del océano.

En enero, la precipitación pluvial (PP) fue de 23.7 mm, 3.6% inferior al promedio climatológico (24.7 mm). La PP en el noroeste fue resultado del ingreso del río atmosférico núm. 3, el paso del FF 30 y la entrada de humedad del océano Pacífico impulsada por la corriente en chorro, mientras que, en el oriente y sur del país, fue debida principalmente a los FF 26, 27. En febrero, la PP fue 7.9 mm (44.9%) y las lluvias más abundantes ocurrieron en Chihuahua, Coahuila, en la vertiente del Golfo de México y el sureste, debido al paso de los FF 35 y 36, la novena y décima tormentas invernales, la corriente en chorro polar y el ingreso de humedad del litoral del Golfo de México. En marzo, la PP fue 8.4 mm, 25.8% inferior al promedio (13.1 mm). Durante el mes ingresaron nueve sistemas frontales (39 al 47), de los cuales, los FF 40, 43 y 46, aunados a canales de baja presión y la corriente en chorro subtropical, causaron elevadas precipitaciones.

Por otro lado, según el monitor de sequía del SMN<sup>10</sup> al 31 de marzo, la vertiente del Pacífico se encontraba en algún grado de sequía, variable desde *anormalmente seco* (D0) hasta *sequía extrema* (D3), aunque la mayor parte del litoral sufría de sequía *moderada a severa*.

### Índices climáticos

<sup>9</sup> Pascual-Ramírez et al. 2021. El reporte del clima en México. Enero 2021. Disponible en:

<https://smn.conagua.gob.mx/tools/DATA/Climatolog%C3%ADa/Diagn%C3%B3stico%20Atmosf%C3%A9rico/Reporte%20del%20Clima%20en%20M%C3%A9xico/RC-Enero21.pdf>

<sup>10</sup> <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/monitor-de-sequia/monitor-de-sequia-en-mexico>



El ONI indica que las condiciones en el Pacífico central han correspondido a *La Niña* (fase negativa del ENSO) desde el final del verano de 2020 (Fig. 1 A); sin embargo, las características del sistema océano-atmósfera en los primeros días de abril fue consistente con el debilitamiento de este evento, por lo que la probabilidad de que ocurra la transición de *La Niña* a *ENSO-neutral* durante la primavera es 80%, según el Centro de Predicciones Climáticas/NCEP/NWS y el International Research Institute for Climate and Society<sup>11</sup>. Por otro lado, ha predominado la fase negativa del PDO desde junio de 2017, excepto durante tres meses en 2019, con valores cercanos a -1 (Fig. 1 B). Cabe mencionar que el NPGO, no se ha actualizado desde julio de 2019, por lo que no se presenta en este boletín.

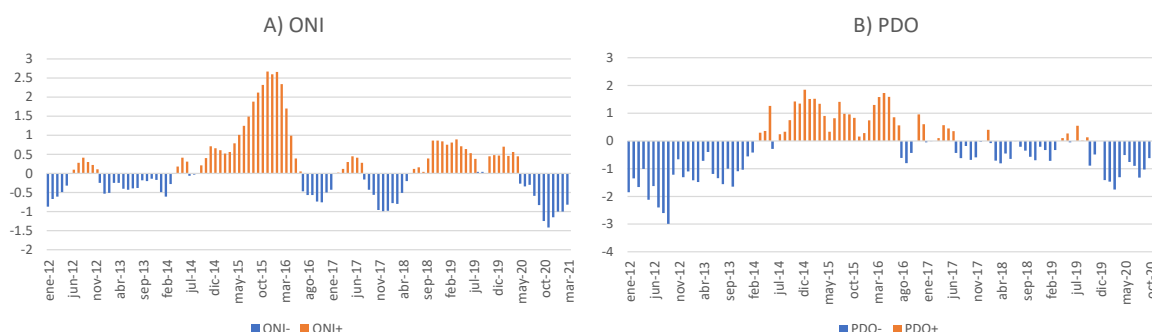


Fig. 1 Índices climáticos (periodo enero 2012-febrero 2020). A) Índice Oceánico de El Niño (ONI); B) Oscilación Decadal del Pacífico (PDO).

### Condiciones en el Pacífico Mexicano

La temperatura en el Pacífico Mexicano varió entre 10 °C y 30 °C (Fig. 2). Los valores más bajos se obtuvieron en la costa noroccidental de Baja California (al norte del paralelo 25 °N) y el GC, en particular en el Alto Golfo y en la región de las Grandes Islas (Ángel de la Guarda e Isla Tiburón) durante todo el trimestre, pero especialmente desde la tercera semana de febrero hasta finales de marzo, cuando el área con temperaturas menores a 20 °C se extendió hasta Bahía Magdalena (24 °N). Las temperaturas cálidas (>27 °C) se registraron cerca de la costa, desde Cabo Corrientes (Jal) hasta la frontera de México con Guatemala, aunque en algunos periodos (imágenes del 15 de enero y del 5 de febrero), se observaron temperaturas templadas (≈20 °C) en el GT, causadas por la presencia de agua subsuperficial arrastrada a la superficie debido al efecto del viento durante el paso de los nortes. Las áreas más cálidas (≈30 °C) se presentaron desde el sur de Colima hasta Chiapas tanto en las inmediaciones del litoral, como en la región marina que abarcó un área cuyo límite sur varió entre los paralelos 10 y 12 °N. En la zona oceánica, la zona de transición (20-24 °C) se desplazó entre los paralelos 23 °N (en el extremo sur de la PBC) y el 20 °N.

<sup>11</sup> [https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis\\_monitoring/enso\\_advisory/ensodisc\\_Sp.pdf](https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/enso_advisory/ensodisc_Sp.pdf)



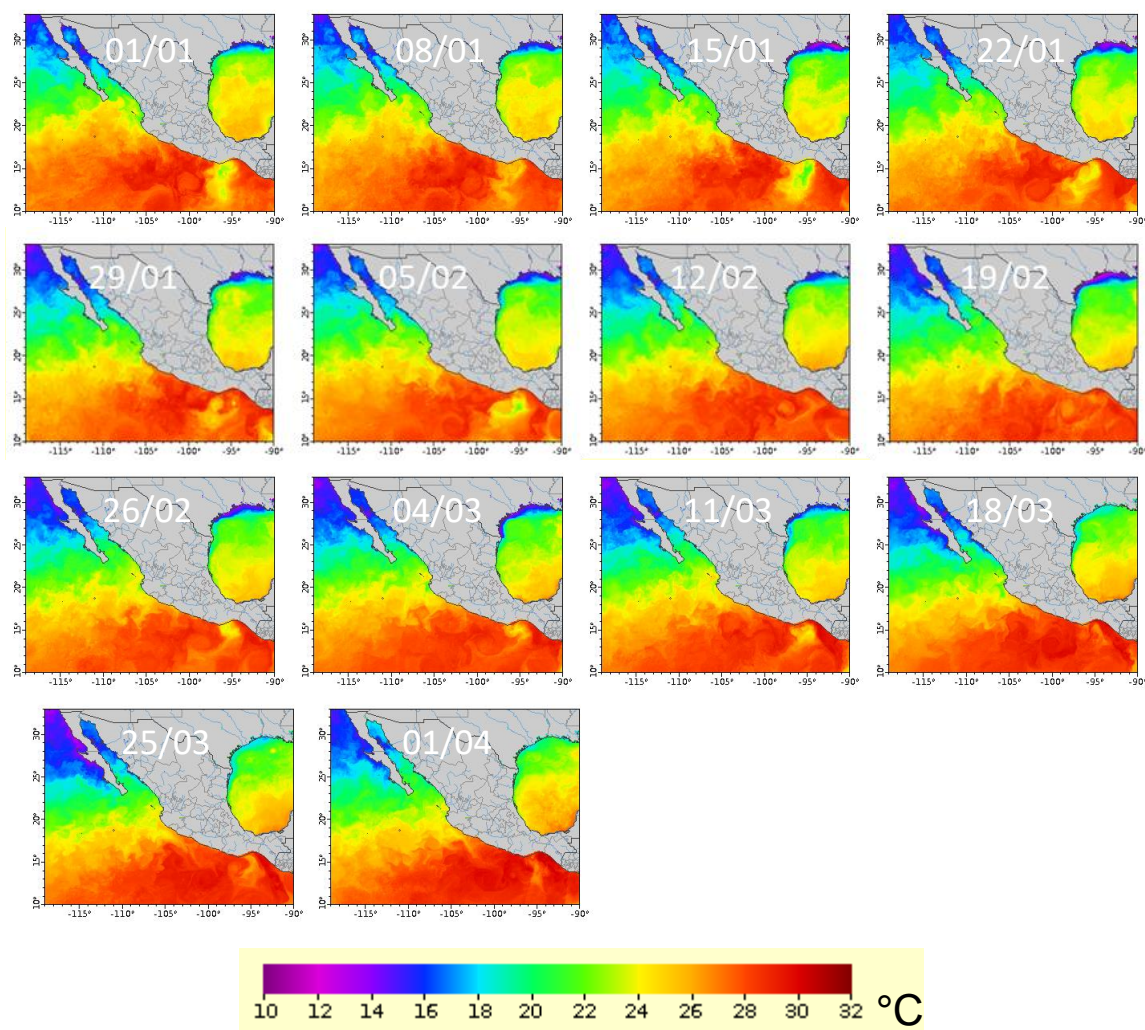


Fig. 2 Temperatura superficial marina registrada en el Pacífico Mexicano desde el 1 de enero hasta el 01 de abril. Imágenes diarias tipo MUR.

Las condiciones, según la distribución de las anomalías (anom.) de la temperatura superficial marina, han variado entre *moderadamente* y *ligeramente cálidas* (anom: +0.5 a +1.5 °C), en la costa noroccidental de BC y el litoral chiapaneco; aunque las zonas *más cálidas* (anom: >1.5 °C) ocurrieron en el océano, entre los paralelos 10 y 30 °N en enero y la primera semana de febrero (Fig. 3). Cerca de la costa prevalecieron las condiciones desde *ligeramente* hasta *extremadamente templadas* (anom: -0.5 a - 3 °C), en el GC, desde la región de las Grandes Islas hasta el sur de Colima y en el GT (enero y la primera semana de febrero).



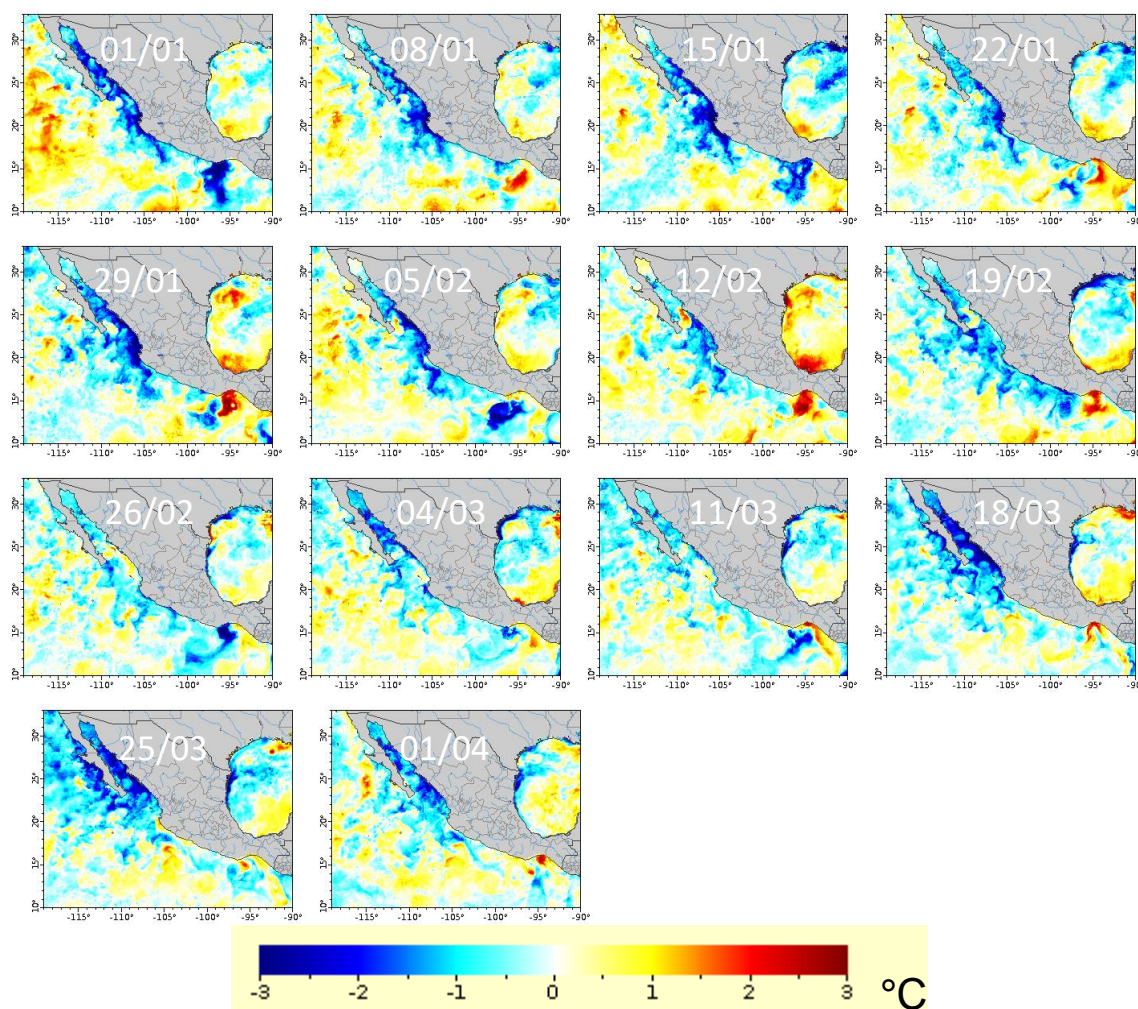


Fig. 3 Anomalías de la temperatura superficial marina registrada en el Pacífico Mexicano desde el 1 de enero hasta el 1 de abril de 2021. Imágenes diarias tipo MUR, periodo base 2003-2014.

Durante el resto de febrero, las condiciones variaron entre *normales* y *ligeramente templadas* (0 a  $-1$  °C) desde la región de las Grandes Islas hasta Puerto Ángel (Oax). El paso del FF 36 (16-20 febrero), que dio lugar a la décima tormenta invernal disminuyó la temperatura en toda la costa, desde la parte media de Sonora hasta Oaxaca (Fig. 3). En marzo, la mayor parte de la región varió entre *ligeramente templada* y *ligeramente cálida*, excepto en el GC, donde la imagen del 18 de marzo sugiere que las condiciones fueron *extremadamente templadas*. La disminución de temperatura observada en la imagen del 4 de marzo probablemente fue causada por el efecto de FF 40, en tanto que la del 18 de marzo por un canal de baja presión y la corriente de chorro subtropical, y la del 25 de marzo por el FF45, el cual interaccionó







con otros procesos y dio lugar a la décimo tercera tormenta invernal. Al final del mes se presentó el FF 46 (26-30 de marzo) que causó lluvias aisladas y rachas de viento en Baja California y Sonora.

En el periodo de estudio (9 de diciembre a 4 de marzo), la concentración de *chl-a* se encontró entre poco más de 0.1 y 2 mg m<sup>-3</sup>, en la mayor parte de la zona costera, con excepción de la franja costera comprendida entre Jalisco y el sur de Guerrero. Por otro lado, en la región de las Grandes Islas y en áreas puntuales de la costa de Sonora, Sinaloa, Nayarit y la costa norte de Jalisco (Fig. 4) hubo concentraciones mayores a 10 mg m<sup>-3</sup>.

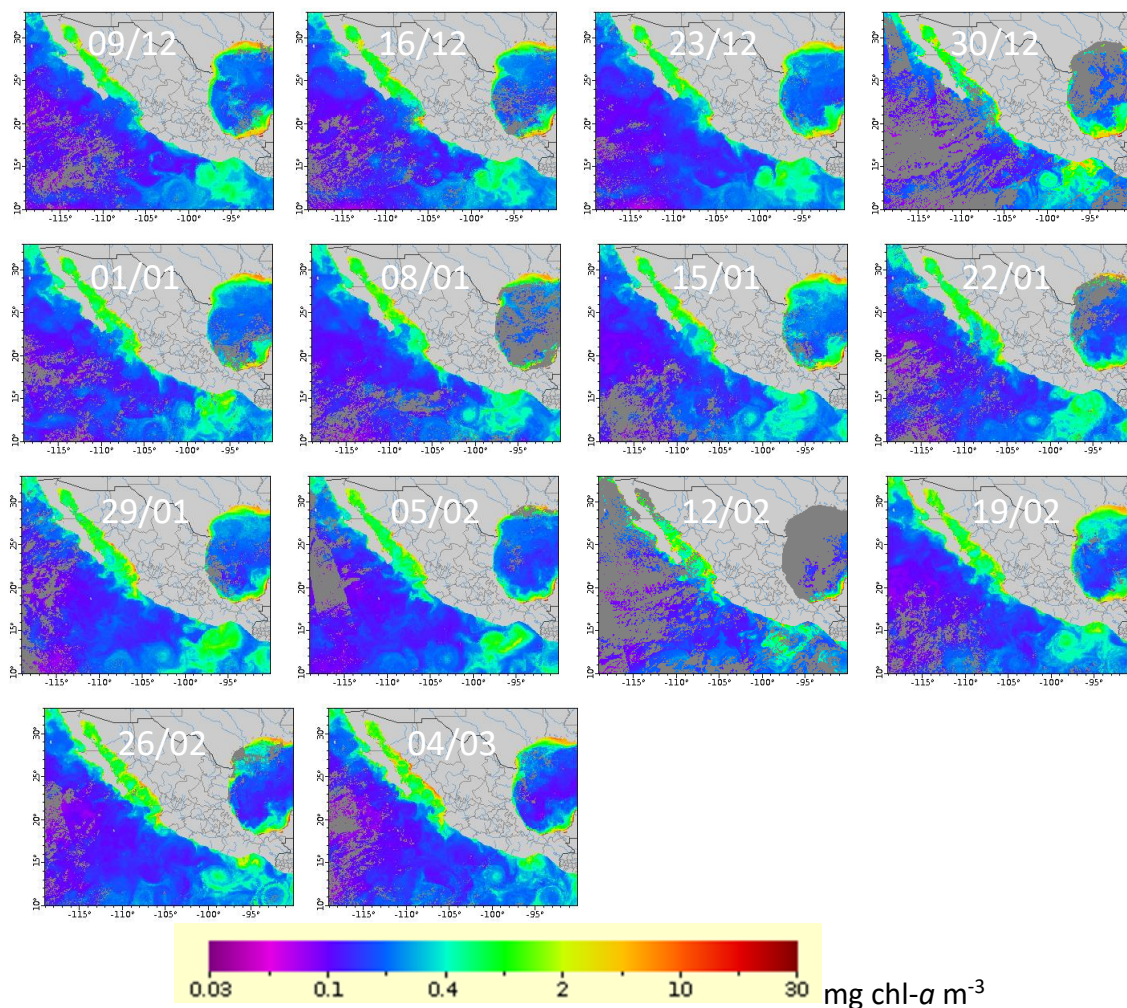


Fig. 4 Clorofila-a registrada en el Pacífico Mexicano desde el 9 de diciembre de 2020 hasta el 4 de marzo de 2021. Compuestos semanales obtenidos por el satélite MODIS-Aqua.





### Frentes fríos

En la temporada 2020-2021 se han registrado 47 FF. En el otoño de 2020, hubo 24 FF, mientras que entre enero y marzo de 2021, se registraron 23 eventos, por lo que, con excepción de febrero, han sido más abundantes que el promedio (Fig. 5).

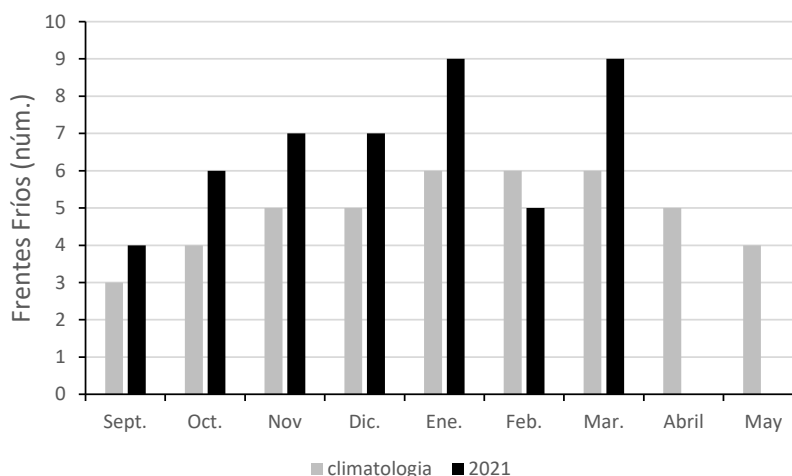


Fig. 5 Frentes fríos registrados en la república mexicana desde agosto de 2019 hasta el 31 de marzo de 2021. Fuente: <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/pronostico-climatico/frentes-frios>

Créditos: María del Carmen Jiménez Quiroz. Investigador DGAIPP correo electrónico: [carmen.jquiroz@imipas.gob.mx](mailto:carmen.jquiroz@imipas.gob.mx)

