

Condiciones ambientales en el Pacífico Mexicano

Período: 01 de enero a 30 de marzo de 2023, con un resumen de lo ocurrido durante el cuarto trimestre de 2022.

Introducción

La temperatura media en el país fue *normal* en octubre y noviembre, y *ligera-moderadamente cálida* en diciembre (periodo base 1981-2010). La precipitación pluvial (PP) varió entre 63.4 mm (octubre) y 17.1 mm (diciembre), por lo que durante todo el trimestre fue inferior al promedio en gran parte del país (anomalías: -16.302% a -19.74%). Se mantuvieron las fases negativas del ENSO (intensidad *moderada*) y el PDO (intensidad *moderada-intensa*). En el Pacífico Noroccidental continuó la onda cálida marina NEP 22 A, que se formó en enero de 2022. En el otoño, la temperatura superficial marina (TSM) varió entre 20 °C y 32 °C; los valores más bajos (<20 °C) ocurrieron en la costa noroccidental de Baja California y el Golfo de California (GC). La TSM más alta (>30 °C) se registró en el Alto Golfo, así como desde la desembocadura del GC hasta Chiapas. En el Golfo de Tehuantepec (GT) los nortes propiciaron el afloramiento de agua sub-superficial. En la región oceánica, las condiciones variaron entre *muy cálidas* y *moderadamente cálidas* en octubre y *moderadamente templadas* en noviembre y diciembre. En la costa, las condiciones fueron *muy cálidas* los últimos días de septiembre y los primeros días de octubre en el litoral occidental del estado de Baja California y el Alto Golfo, mientras que, en noviembre variaron entre *moderadas* y *muy templadas*; en el resto del Pacífico fueron *normales*, excepto en el GT, en donde fueron *cálidas*. La concentración de clorofila-*a* (*chl_a*), un *proxy* de la biomasa de fitoplancton, varió entre 0.03 mg m⁻³ en el océano y alrededor de 2 mg m⁻³ en la ribera, con valores puntuales elevados (>5 mg m⁻³) en la costa occidental de BC, el área aledaña a las Grandes Islas, así como en los litorales de Sonora, Sinaloa, Nayarit, Jalisco y el GT. Las mayores cantidades de *chl_a* se registraron en el GC. Se observaron florecimientos con concentraciones 0.5 mg m⁻³, en la zona oceánica por donde pasaron los huracanes. En este periodo hubo nueve meteoros de origen tropical y concluyó la temporada de huracanes, la cual fue calificada como *normal*, debido a que hubo 19 eventos. Por otro lado, en septiembre inició la época de frentes fríos (FF), y en el trimestre se presentaron 20 de estos procesos. En este contexto, los objetivos de este documento son describir las condiciones ambientales a escala regional y en el Pacífico Mexicano, mediante el uso de índices climáticos, la descripción de las variaciones de la temperatura y la biomasa fitoplanctónica (utilizando como indicador la concentración de *chl_a*) y la ocurrencia de frentes fríos, durante el periodo enero-marzo de 2023.

Métodos

Los datos de la temperatura ambiental y de la PP a escala nacional se obtuvieron de los Reportes del Clima en México, del Servicio Meteorológico Nacional¹ (SMN). Las normales de la temperatura fueron obtenidas del Portal de Conocimiento de Cambio Climático del Banco Mundial² y las de la PP del Servicio Meteorológico Nacional (SMN). Los índices climáticos (Fig. 1) son publicados en las páginas electrónicas del Climate Prediction Center³ (Índice Oceánico de El Niño-ONI), el National Center for Environmental Information (Oscilación Decadal del Pacífico-PDO⁴) y la página web del Dr Di Lorenzo⁵ (Oscilación del Giro del Pacífico Norte-NPGO). La información

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

² <https://climateknowledgeportal.worldbank.org/country/mexico/climate-data-historical>

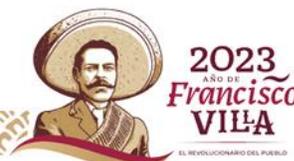
³ http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/detrend.nino34.ascii.txt

⁴ <https://www.ncdc.noaa.gov/teleconnections/pdo/>

⁵ <http://www.o3d.org/nppo/nppo.php>

Avenida México 190, Col. Del Carmen, C.P. 04100, Coyoacán, CDMX

Tel. (55) 3871 9500 www.gob.mx/inapesca





AGRICULTURA

SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL



INAPESCA

INSTITUTO NACIONAL DE PESCA Y ACUICULTURA

de las ondas cálidas marinas se obtuvo de la NOAA⁶. Las imágenes mensuales y diarias de la TSM, así como de 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 3 y 4*. 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 5*. Todas las imágenes se obtuvieron en formato de imagen (*.png) del gestor de bases de datos ERDDAP de la NOAA^{7,8,9}. Por otro lado, las características de los frentes fríos (FF) y ciclones tropicales se tomaron de los *Reportes del Clima en México* y los pronósticos diarios del SMN.

Resultados

Temperatura ambiental y precipitación pluvial a escala nacional

La temperatura media (*Tmed*) durante enero fue de 17.1 °C (anom.: +1.32 °C¹⁰), mientras que la mínima promedio (*Tmin*) de 8.8 °C (anom.: +0.82 °C) y la máxima promedio (*Tmax*) 25.5 °C (anom.: +1.88 °C). En gran parte del país las condiciones fueron *cálidas*, en especial en los estados de Nuevo León, Coahuila y Tamaulipas, así como en zonas de Jalisco, Michoacán, Guerrero, Oaxaca, Tabasco y parte de la península yucateca. Por el contrario, las temperaturas más bajas se registraron en el Noroeste y la península de Baja California. En febrero, la *Tmed* fue 18.0 °C (anom.: +0.68 °C), la *Tmin*, 9.7 °C (anom.: +0.63 °C) y la *Tmax*, 26.3 °C (anom.: +0.68°C) Las condiciones fueron *más cálidas de lo normal* en Jalisco, Estado de México y Guerrero, en tanto que ocurrió lo contrario en la península de Baja California y la región noroeste del país. La temperatura mínima también fue mayor a la media en gran parte del territorio nacional. La *Tmed* en marzo fue 20.9°C (anom. +1.5 °C), la *Tmin* de 12.4 °C (anom.: +1.5 °C) y la *Tmax* 29.4°C (anom.: +1.45°C). Las temperaturas promedio más cálidas ocurrieron a lo largo del Pacífico sur mexicano, sur del Golfo de México y península de Yucatán (25.0 a 30.0 °C). Por el contrario, el intervalo de temperatura en el noroeste y norte del país varió entre 10 y 15 °C.

En enero, la PP en todo el país fue de 16.0 mm, (33.6% inferior al promedio). Las lluvias estuvieron asociadas al ingreso de ocho FF, tres tormentas invernales y las corrientes de chorro polar y tropical. Al 31 de enero, el área con sequía *moderada* (D1) a *extrema* (D3) abarcó 44.27% del territorio nacional y solo Tabasco estaba libre de alguna condición de sequía. En febrero, la PP fue 13.4 mm (28.3 % inferior al promedio). Las lluvias fueron más intensas que el promedio en parte de Sonora (centro y noreste), Tabasco, sur de Campeche y Chiapas (norte), en el resto del país fueron escasas. Las lluvias estuvieron asociadas al paso de los FF 30 a 36, así como con la sexta, séptima y octava tormentas invernales. Al 28 de febrero, las áreas con sequía de *moderada* a *extrema* (D1-D3) abarcaron 50.16% del país y fue más acusada en el norte de Nuevo León. En marzo, la PP fue de 15.9 mm, por lo que fue ligeramente superior al promedio (15.8 mm). Las lluvias se concentraron principalmente al norte, vertiente del Golfo de México y península de Yucatán. En Tabasco se registraron los mayores acumulados del mes con hasta 328.3 mm. Al 31 de marzo el área con sequía de moderada a extrema (D1 a D3) comprendió 46.83% del territorio nacional.

Índices climáticos

Las características atmosféricas y marinas en el Pacífico central correspondieron a *La Niña* (Fig. 1 A) durante todo el trimestre. El Centro de Predicciones Climáticas/NCEP/NWS y el International Research Institute for Climate

⁶ The California Current Marine Heatwave Tracker - Blobtracker. California current integrated ecosystem assessment project. Disponible en: <https://www.integratedecosystemassessment.noaa.gov/regions/california-current/california-current-marine-heatwave-tracker-blobtracker>

⁷<https://coastwatch.pfeg.noaa.gov/erddap/griddap/jplMURSST41.graph>

⁸<https://coastwatch.pfeg.noaa.gov/erddap/griddap/jplMURSST41anom1day.graph>

⁹<https://coastwatch.pfeg.noaa.gov/erddap/griddap/nesdisVHNSQchlaWeekly.graph>

¹⁰ Período de referencia: 1991-2020.

Avenida México 190, Col. Del Carmen, C.P. 04100, Coyoacán, CDMX

Tel. (55) 3871 9500 www.gob.mx/inapesca



and Society¹¹, determinaron que las condiciones se tornarían neutrales en primavera. Por otro lado, se mantuvo la fase negativa del PDO, aunque el valor del índice disminuyó ligeramente (Fig. 1 B). Con respecto al NPGO continuo la fase negativa que inició en 2013 (Fig. 1 C), lo cual sugiere que la Corriente de California sigue debilitada.

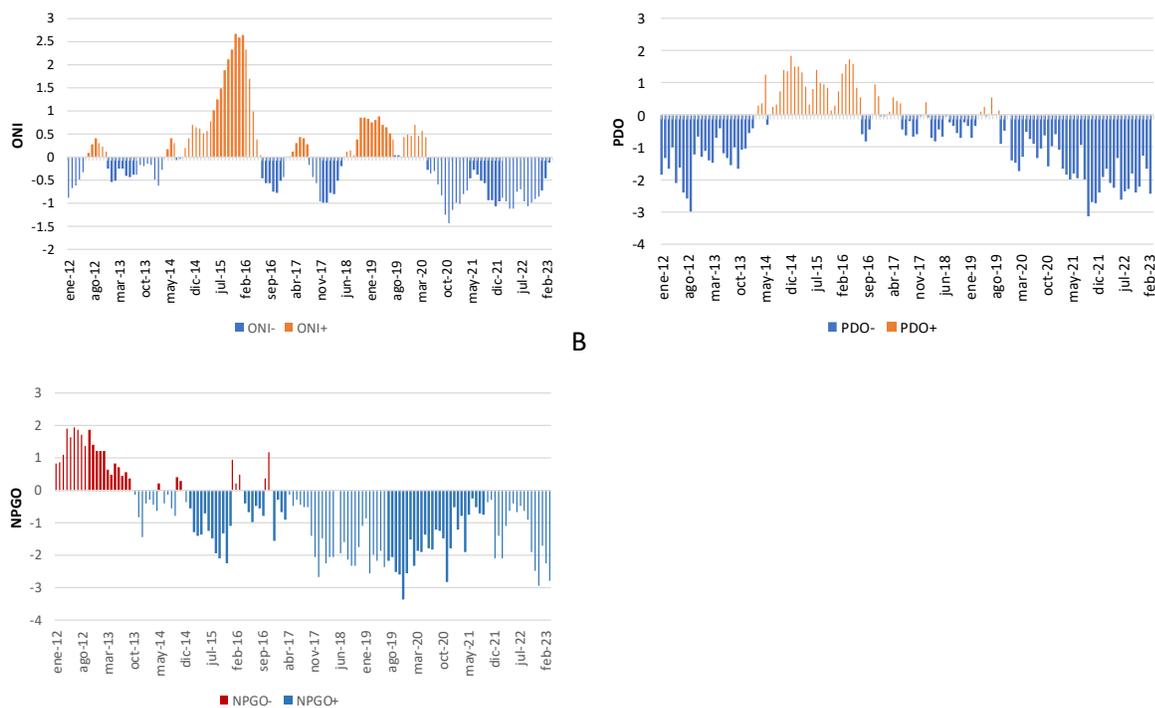


Fig. 1 Índices climáticos (periodo enero 2012-marzo 2023). A) Índice Oceánico de El Niño (ONI); B) Oscilación Decadal del Pacífico (PDO); C) Oscilación del Giro del Pacífico Norte (NPGO).

Ondas cálidas marinas en el Pacífico nororiental (NEP)

En este trimestre continuó activa la onda cálida NEP22A que se formó en enero de 2022, por lo que es la segunda más prolongada y la cuarta más extensa desde 1982, cuando la NOAA inició el monitoreo. Esta onda, se contrajo ligeramente en el otoño de 2022, se expandió en enero de 2023 (cuando alcanzó 4 millones de km²), tuvo otra reducción en febrero, la cual fue seguida por una nueva ampliación en marzo. El impacto de esta onda en las costas nacionales es difícil de evaluar, pero probablemente esté relacionada con el debilitamiento de la Corriente de California, a pesar de que durante este trimestre el ambiente fue ligeramente templado en la costa comprendida desde el norte de Canadá hasta el sur de la península de Baja California (Fig. 2).

¹¹ https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/enso_advisory/ensodisc_Sp.pdf

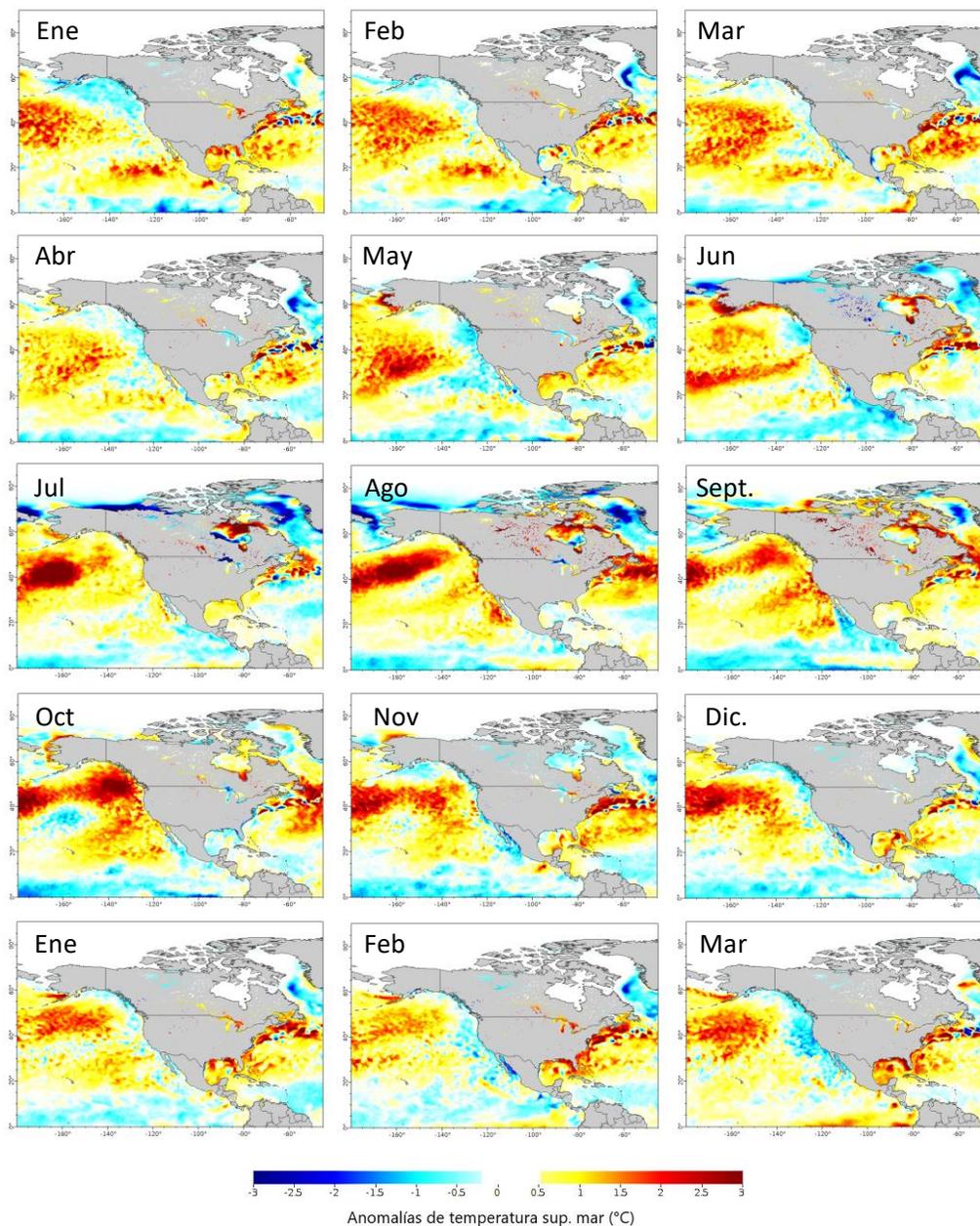


Fig. 2 Onda cálida NEP 22 (enero 2022-marzo 2023). Anomalías de temperatura mensual tipo MUR, del gestor de datos ERDDAP¹².
Coordenadas: 0-90 °N; 45-180 °O

¹² [https://coastwatch.pfeg.noaa.gov/erddap/griddap/jplMURSST41anommday.graph?sstAnom%5B\(2022-01-16T00:00:00Z\)%5D%5B\(0.0\):\(89.99\)%5D%5B\(-179.99\):\(-45.0\)%5D&.draw=surface&.vars=longitude%7Clatitude%7CsstAnom&.colorBar=%7C%7C%7C%7C%7C&.bgColor=0xffccccff](https://coastwatch.pfeg.noaa.gov/erddap/griddap/jplMURSST41anommday.graph?sstAnom%5B(2022-01-16T00:00:00Z)%5D%5B(0.0):(89.99)%5D%5B(-179.99):(-45.0)%5D&.draw=surface&.vars=longitude%7Clatitude%7CsstAnom&.colorBar=%7C%7C%7C%7C%7C&.bgColor=0xffccccff)

Avenida México 190, Col. Del Carmen, C.P. 04100, Coyoacán, CDMX

Tel. (55) 3871 9500 www.gob.mx/inapesca



Condiciones en el Pacífico Mexicano

La TSM varió entre 10 °C y 30 °C (Fig. 3); el área más templada (<16 °C) se presentó en la costa noroccidental de BC, aunque ésta se extendió desde Punta Eugenia hasta las inmediaciones de Bahía Magdalena a lo largo del periodo.

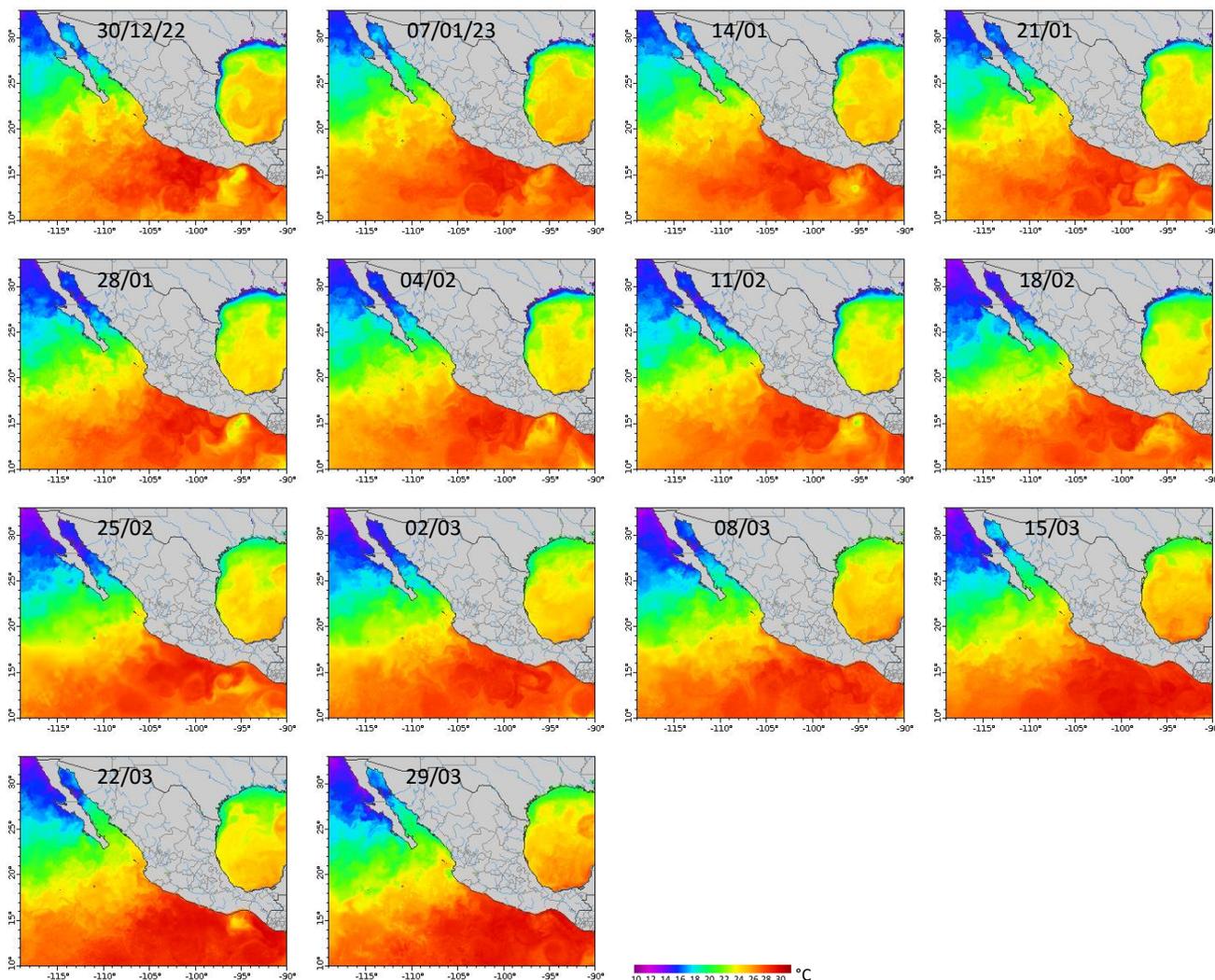
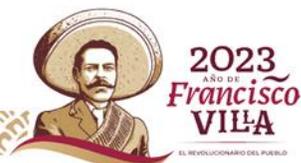


Fig. 3 Temperatura superficial marina registrada en el Pacífico Mexicano desde el 30 de diciembre de 2022 hasta el 29 de marzo de 2023. Imágenes diarias tipo MUR, tomadas del gestor de bases de datos ERDDAP.

En el GC, las temperaturas más bajas (<16 °C) se encontraron en las inmediaciones de las Grandes Islas en enero y desde el Alto Golfo hasta la parte central del GC, en la primera semana de febrero. En marzo, la superficie con bajas temperaturas se contrajo, por lo que a finales de ese mes estuvo circunscrita a la zona de las Grandes Islas. Por el contrario, la TSM más alta (>26 °C) se registró en la zona costera y marina ubicada desde Nayarit hasta Centroamérica, en tanto que los valores extremos se observaron al sur de Cabo Corrientes a mediados de febrero (11-18/02, Fig. 3) y desde Colima-Michoacán a partir de marzo (2-19/03, Fig. 3).

Avenida México 190, Col. Del Carmen, C.P. 04100, Coyoacán, CDMX

Tel. (55) 3871 9500 www.gob.mx/inapesca



En la zona oceánica, las condiciones variaron desde *moderadamente templadas* hasta *moderadamente cálidas* (anom.: -3 a 3 °C) durante la mayor parte del periodo; las anomalías más altas se registraron frente a la desembocadura del GC en enero (7-14/01, Fig. 4) y Bahía Magdalena (27/01-11/02, 25/02-29/03, Fig. 4), así como en las regiones costeras de Jalisco (25/02-22/03), y desde la parte media de Sinaloa hasta el sur de Guerrero (22/03) y el GT (imágenes 7/01, 25/02-9/03, Fig. 4).

En contraste, el ambiente fue predominantemente templado en el GC (imágenes del 28/01-08/03, 29/03, Fig. 4), y algunas partes del GT (11/02-25/02, Fig. 4), debido al paso de cinco FF en enero, seis en febrero y siete en marzo, así como a ocho tormentas invernales. Los eventos con mayor repercusión en la costa noroccidental de Baja California y el GC fueron los FF 27 (22-27/01), 29 (30-31/01), 32 (11-14/02), 34 (20-22/02), 36 (25-27/02), 37(1-4/03) y 46 (29/03-01/04).

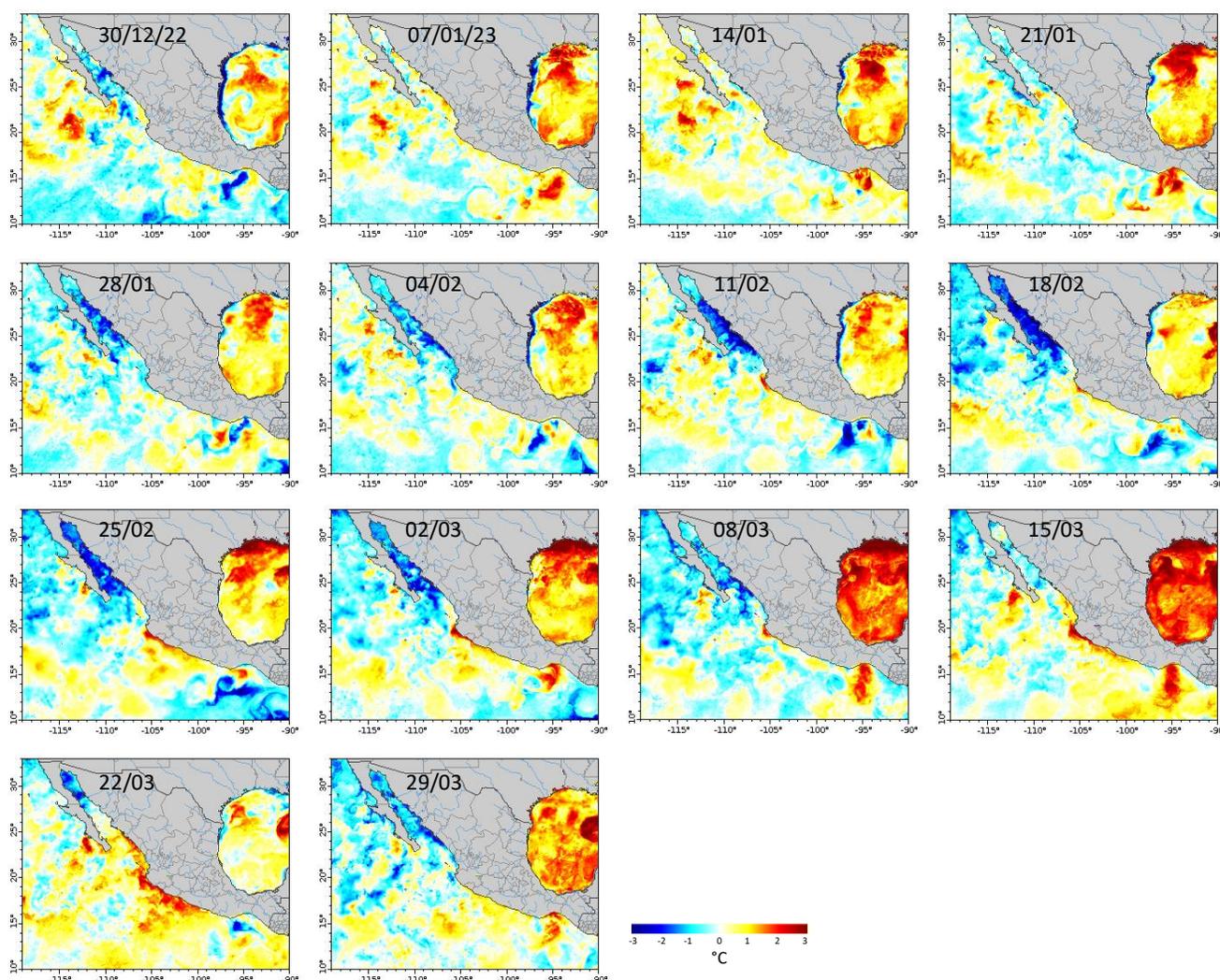
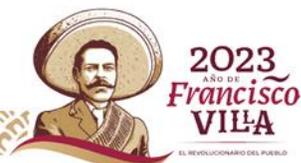


Fig. 4 Anomalías de la temperatura superficial marina registrada en el Pacífico Mexicano desde el 30 de diciembre de 2022 hasta el 29 de marzo de 2023. Imágenes diarias tipo MUR, periodo base 2003-2014.

Avenida México 190, Col. Del Carmen, C.P. 04100, Coyoacán, CDMX

Tel. (55) 3871 9500 www.gob.mx/inapesca



La concentración de *chl a* varió entre 0.03 mg m^{-3} en la zona oceánica y alrededor de 2 mg m^{-3} en la costa (Fig. 5). Las regiones con mayores cantidades de este pigmento fueron la costa noroccidental de la península de Baja California, el GC (incluyendo la desembocadura), la costa de Jalisco y el GT. Al sur del GT se observan remolinos ciclónicos que desplazan cantidades elevadas de este pigmento desde el GT hacia el centro del Pacífico, particularmente en enero y febrero. Estos valores se relacionan con el efecto del viento y los procesos de mezcla a lo largo de la columna de agua que generan, así como con los escurrimientos continentales asociados con las lluvias causadas por los FF. Los valores puntuales más elevados se registraron en la costa oriental de BCS, en las inmediaciones de la Bahía de La Paz (11/01), el Alto Golfo, la parte central de la desembocadura del GC y particularmente la costa de Sinaloa y alrededor de Cabo Corrientes.

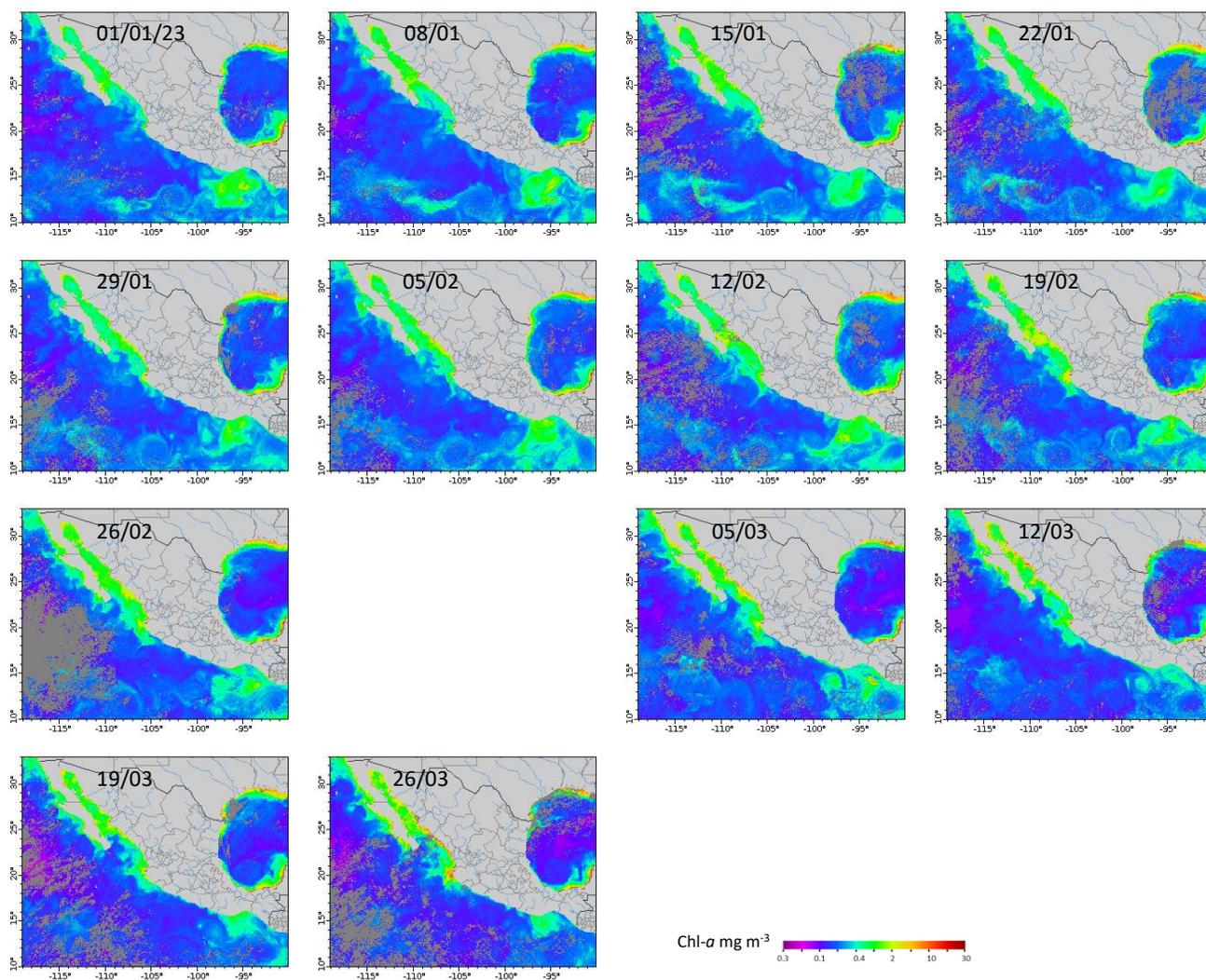


Fig. 5 Imágenes de clorofila-a (compuestos semanales) del 1 de enero al 26 de marzo de 2023. Imágenes obtenidas por el sensor VIIRS.

Frentes fríos

El SMN pronosticó 51 FF para la temporada 2022-2023. Entre enero y marzo se observaron 25 FF (Fig. 6), seis más que el promedio para esos meses.

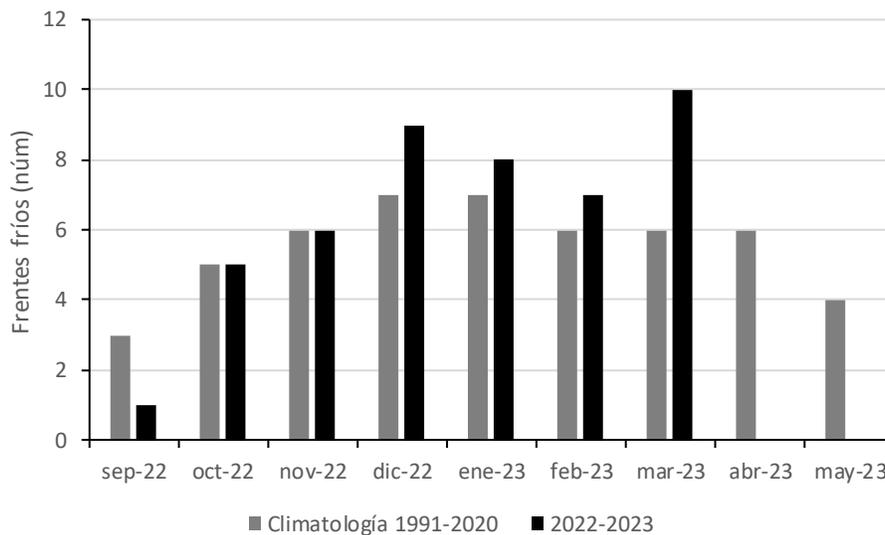


Fig. 6 Frentes fríos (FF) entre septiembre de 2022 y marzo de 2023, observados y estimados según la climatología 1991-2020 (barras grises).

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

