



Condiciones ambientales en el Pacífico Mexicano

Período: 01 de enero a 31 de marzo de 2022, con un resumen de lo ocurrido durante el cuarto trimestre de 2021.

Introducción

La temperatura media promedio en el país durante el otoño fue superior al promedio (1981-2010), por lo que las anomalías (anom.) fluctuaron entre +1.8 y +1.4 °C. La PP varió entre 67.4 mm (anom: -1.8%) y 20.4 mm (anom: -10.52%). A partir de octubre se detectó la presencia de *La Niña* (intensidad moderada), mientras que en el Pacífico norte continuó la fase negativa del PDO, a pesar de que en el segundo semestre del año se presentó la onda cálida NEP 21B en el Pacífico Noroccidental. En el otoño, la temperatura superficial marina (TSM) varió entre 14 °C y 30 °C; los valores más bajos (<20 °C) ocurrieron en la costa noroccidental de BC. En octubre, el Golfo de California (GC) comenzó a enfriarse, por lo que en diciembre se observaron TSM < 20 °C en el Alto Golfo. Entre octubre y diciembre, el área con TSM > 28 °C, disminuyó en extensión, por lo que al concluir el otoño quedó restringida al litoral entre Cabo Corrientes y Puerto Ángel. A mediados de noviembre se observó el primer afloramiento de agua subsuperficial en el Golfo de Tehuantepec (GT). Las condiciones en la costa occidental de BC variaron desde *moderadamente y extremadamente templadas* hasta *extremadamente cálidas*. En el interior del GC, el paso de *Pamela* (EHSS1) y los frentes fríos (FF) 3 y 6 disminuyeron la TSM al iniciar el otoño, pero posteriormente, el ambiente se tornó *ligeramente y extremadamente cálido* en el Alto Golfo y la costa sur de Sonora y Sinaloa. Entre Jalisco y Chiapas, la TSM fluctuó entre *ligeramente cálida y ligeramente templada*, debido al paso de FF. La concentración de clorofila-a (*chl*a) varió entre 0.3 mg m⁻³ en la zona oceánica y alrededor de 2 mg m⁻³ en la costera. Al inicio del otoño, la *chl*a abundó en Bahía Vizcaíno y el Alto Golfo; sin embargo, mientras que, en la primera localidad, las altas cantidades se mantuvieron durante todo el periodo, en el GC el área cubierta se extendió hacia el sur, hasta llegar a la desembocadura al final del año. Por otro lado, los nortes propiciaron altas concentraciones de *chl*a en el GT desde los primeros días de noviembre. Entre octubre y diciembre se presentaron 16 FF y 4 meteoros de origen tropical. 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 eventos hidroclimáticos (FF) durante el periodo enero-marzo de 2022.

Métodos

La temperatura ambiental y la PP a escala nacional se obtuvieron de los Reportes del Clima en México, del Servicio Meteorológico Nacional¹ (SMN). Las normales correspondientes a marzo fueron obtenidas del Portal de Conocimiento de Cambio Climático del Banco Mundial². Los índices climáticos (Fig. 1) son publicados en las páginas electrónicas del Climate Prediction Center³ (Índice Oceánico de El Niño-ONI) y el National Center for Environmental Information (PDO⁴). La información de las ondas cálidas marinas se obtuvo de la NOAA⁵. Las imágenes mensuales y diarias de la TSM, así como 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

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

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

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





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 NOAA⁶⁷⁸. Por otro lado, las características de los frentes fríos (FF) se tomaron de los *Reportes del Clima en México* y los pronósticos publicados diariamente por el Servicio Meteorológico Nacional.

Resultados

Temperatura ambiental y precipitación pluvial

La temperatura media promedio (*Tmed*) registrada en enero en todo el país fue de 16.5 °C (anom.: +0.1 °C⁹), mientras que la mínima promedio (*Tmin*) fue 8.6 °C (anom.: +0.1 °C) y la máxima promedio (*Tmax*) de 24.6 °C (anom.: 0°C). Las anomalías de las temperaturas mínimas fueron cercanas al promedio en gran parte del país, con la excepción de la península de Baja California, el SO de Chihuahua y los estados costeros comprendidos desde Jalisco hasta el norte de Oaxaca, mientras que las de la *Tmax* ocurrieron en algunas zonas de Zacatecas, Aguascalientes, Jalisco y Guerrero (+3.0 °C). En febrero, la *Tmed* fue 17.0 °C (anom.: -1.0 °C) y la *Tmin*, 8.6 °C (anom.: -1.1 °C). La *Tmax* fue 25.5 °C (anom.: -0.8 °C); los valores extremos (>35 °C) se registraron en el NO de BC, parte de Colima, Jalisco, Michoacán y Guerrero. Las anomalías de *Tmin* fueron positivas, con valores extremos (> 2.0 °C) en Baja California, BCS, y desde Jalisco hasta el norte de Oaxaca. La *Tmed* en marzo fue 19.8°C (anom. +0.33 °C) y la *Tmin* de 10.5 °C (10.9 anom.: -0.4 °C). La *Tmax* fue de 29°C (anom.: 0.91 °C); las mayores temperaturas se registraron en BCS y desde la parte media de Sonora hasta Chiapas, pero particularmente en el norte de Nayarit, Michoacán, Guerrero y la península de Yucatán; en contraste, las más bajas se observaron en el NO de BC y Sonora, así como desde Chihuahua y Coahuila hasta el norte de Oaxaca.

En enero, la PP en todo el país fue de 17.0 mm, (24.7% inferior al promedio) con condiciones *más secas de lo normal* en gran parte del territorio, en particular en la Sierra Madre Occidental, mientras que en la zona oriental hubo PP intensas. Las lluvias estuvieron asociadas al ingreso de los FF 21 y 22 y las masas de aire polar que los impulsaron. Por otro lado, 14.37 % del territorio presentó condiciones variables entre *sequía moderada y extrema* (D1-D3), principalmente en el NO y N del país. En febrero, la PP fue 16.4 mm (12.2% menor al promedio) y las lluvias estuvieron asociadas con cuatro FF, la quinta tormenta invernal, canales de baja presión y el ingreso de humedad proveniente de los océanos. La PP se mantuvo por arriba y próxima a lo normal en el norte y centro de Tamaulipas, algunas regiones de Veracruz, Tabasco y la península de Yucatán. En el resto del país hubo déficit de lluvia, principalmente en el N, NO, centro, y la costa del Pacífico; al 28 de febrero, las áreas con *sequía moderada a extrema* abarcaron 23.1 % del país. En marzo, la PP fue de 7.1 mm, por lo que el déficit de lluvia fue significativo (normal= 14.13 mm); la lluvia solo fue mayor al promedio en Campeche, parte de Yucatán, Quintana Roo y el Norte de Chiapas, así como regiones puntuales de Puebla y Oaxaca. En contraste, en el resto del país las anomalías (porcentaje de la normal) variaron alrededor de 25%.

⁶<https://coastwatch.pfeg.noaa.gov/erddap/griddap/jplMURSST41.graph>

⁷<https://coastwatch.pfeg.noaa.gov/erddap/griddap/jplMURSST41anom1day.graph>

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

⁹ El periodo de referencia es 1991-2020.

Índices climáticos

Las características atmosféricas y marinas en el Pacífico central correspondieron a *La Niña* (fase negativa del ENSO) desde el otoño de 2021 hasta marzo de 2022, después de que, durante algunos meses del verano de 2021, fueron tipo *ENSO-neutral* (Fig. 1 A). El 10 de marzo, el Centro de Predicciones Climáticas/NCEP/NWS y el International Research Institute for Climate and Society¹⁰, determinaron que *La Niña* continuará hasta el verano (≈53% de probabilidad durante junio-agosto). Por otro lado, continúa la fase negativa del PDO que inició en junio de 2017, con valores cercanos a -2 (Fig. 1 B). Con respecto al NPGO (Fig. 1 C), se observa que el valor del índice disminuyó a lo largo del año 2021 por lo que en noviembre se encontraba en el intervalo promedio; en contraste, en diciembre y enero el NPGO varió entre -2 y -1, lo que sugiere que la corriente de California se ha intensificado.

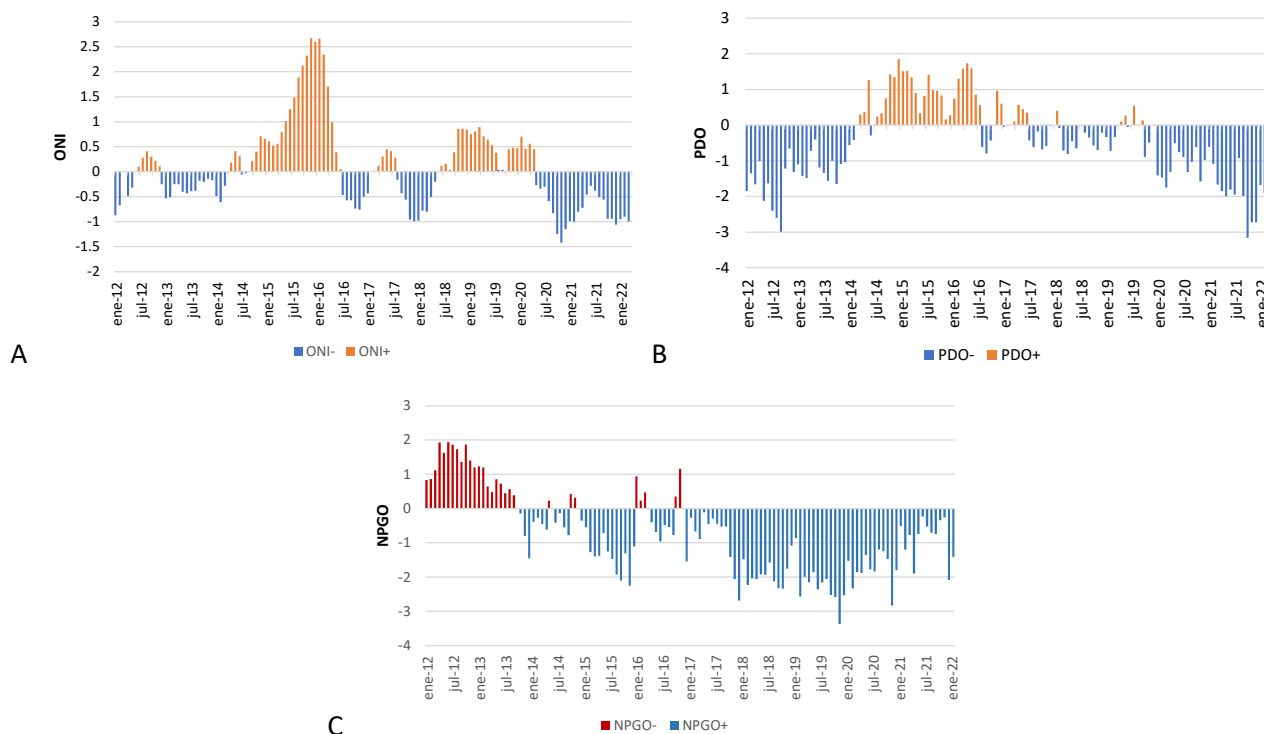


Fig. 1 Índices climáticos (periodo enero 2012-diciembre 2021). A) Índice Oceánico de El Niño (ONI); B) Oscilación Decadal del Pacífico (PDO), C) NPGO.

Ondas cálidas marinas en el Pacífico nororiental (NEP)

La NEP 22 A se formó en el Pacífico Nororiental (Fig. 2) el 18 de enero de 2022, en las inmediaciones donde se observó la NEP21B, probablemente asociada a su calor residual. La evolución de esta onda es impredecible, pero es probable que sea similar a la NEP21, que duró casi todo el año, con una breve interrupción en junio.

¹⁰ https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/enso_advisory/ensodisc_Sp.pdf

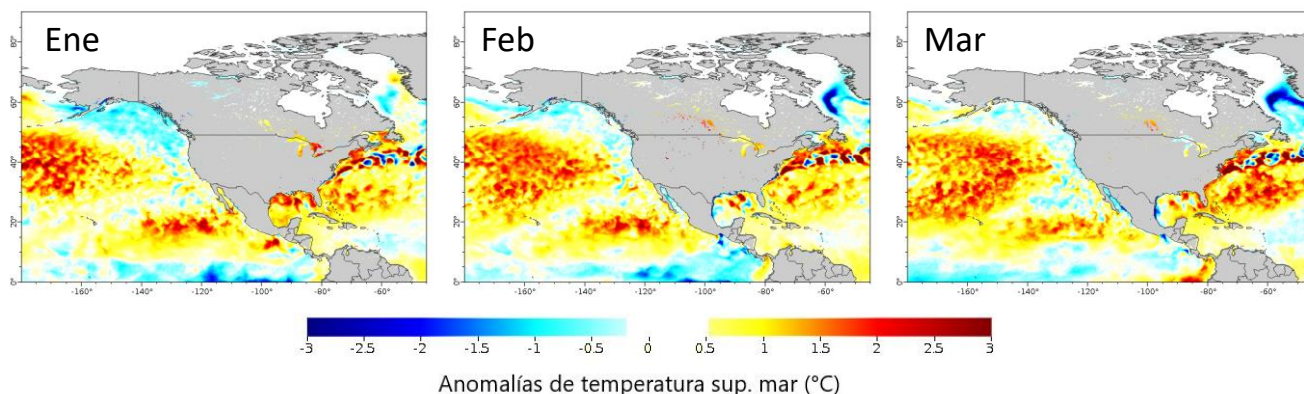


Fig. 2 Onda cálida NEP 22A observada entre enero y marzo. Esta onda se formó la tercera semana de enero. Imágenes de anomalías de temperatura mensual tipo MUR, tomadas del gestor de datos ERDDAP¹¹. Coordenadas: 0-90 °N; 45-180 °O

Condiciones en el Pacífico Mexicano

La TSM en el Pacífico Mexicano varió entre 14 °C y 30 °C (Fig. 3); los valores más bajos (≈ 14 °C) se registraron en la costa noroccidental de BC durante todo el periodo, aunque paulatinamente se extendió hacia el sur por lo que llegó al paralelo 25°N el 31 de marzo (imagen 31/03 en la figura 3). A partir de la segunda semana de marzo, hubo agua más fría en las inmediaciones del litoral comprendido entre Punta Eugenia y la laguna de San Ignacio, probablemente asociada a la formación de afloramientos de agua subsuperficial (imágenes del 17/03 al 31/03 en la figura 3). Por otro lado, las temperaturas más bajas en el GC (14-16 °C) se registraron en febrero en el Alto Golfo y la región de las Grandes Islas, mientras que, en enero y marzo, la TSM fue ligeramente más elevada. Por otro lado, en la parte media se mantuvo entre 18-22 °C durante todo el periodo. El límite norte del área más cálida (>25 °C) se desplazó entre los 23 °N (imágenes del 30/12 a 20/01 en la figura 3) y 20 °N (imagen del 31/03 en la figura 3). La TSM más alta (>28 °C) se registró en la zona costera y marina ubicada frente al litoral comprendido desde Jalisco hasta la costa norte de Oaxaca. En el GT se observó el afloramiento de agua de menor temperatura impulsada por el paso de los nortes durante casi todo el periodo (22-24 °C).

En la zona oceánica, las condiciones variaron desde *ligeramente* y *moderadamente cálidas* (anom.: 0.5 a 3 °C) durante la mayor parte del periodo; las anomalías más altas se registraron en enero, entre los 15 y 20 °N, así como en la zona sur y desembocadura del GC y en el GT (imágenes 30/12 al 20/01 en la figura 4). En la zona costera, las condiciones variaron entre *normales* y *ligeramente templadas* en enero, pero a partir de los primeros días de febrero hubo diferencias regionales. En la costa occidental de Baja California el ambiente fue *cálido* y *muy cálido* entre Cabo San Lázaro y Los Cabos en febrero y posteriormente se tornó *ligeramente cálido* y *normal*; por otra parte, en el interior del GC se mantuvo *ligeramente templado*, durante febrero y los primeros días de marzo, pero a partir de la segunda semana de marzo (imagen 10/03 en la figura 4) se cambió a *moderada* y *extremadamente templado* muy cerca de la costa de Sonora y Sinaloa. Desde la segunda semana de febrero (imagen 17/02, figura 4) hasta la segunda semana de marzo (imagen 17/03, figura 4), hubo áreas *muy cálidas* frente a Nayarit, Cabo Corrientes y desde Jalisco hasta la costa norte de Guerrero. En las semanas posteriores se

¹¹ [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)

registraron zonas templadas relacionadas con afloramientos muy intensos en la costa de Jalisco y el GT y otros, de menor magnitud, en la costa de Colima, Michoacán y Guerrero.

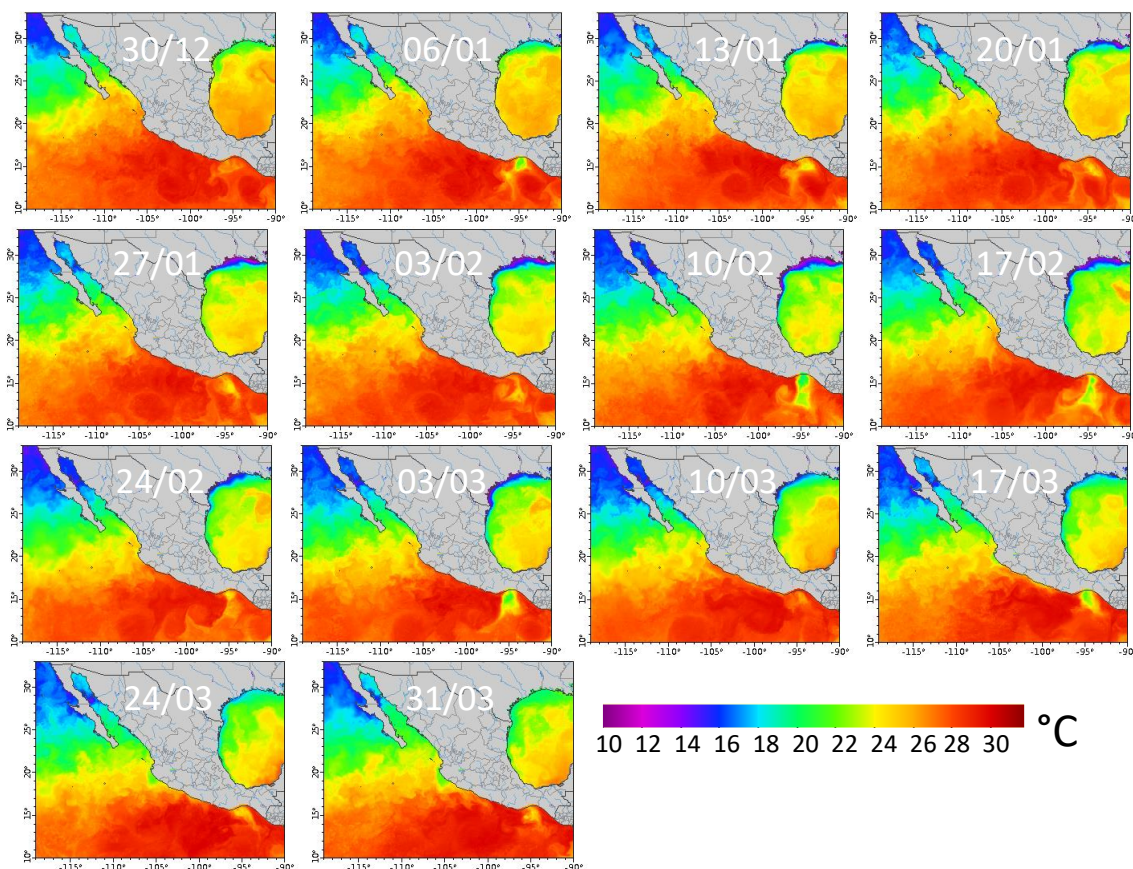


Fig. 3 Temperatura superficial marina registrada en el Pacífico Mexicano desde el 30 de diciembre hasta el 31 de marzo. Imágenes diarias tipo MUR, tomadas del gestor de bases de datos ERDDAP.

El paso de los FF 34, 36 y 38 contribuyó a la disminución de la TSM en el Golfo de México (no analizado en este documento) y el GT, mientras que la corriente de chorro subtropical, el paso del FF 37 y vientos provenientes del norte contribuyeron a enfriar el GC y la costa occidental del Pacífico Mexicano.

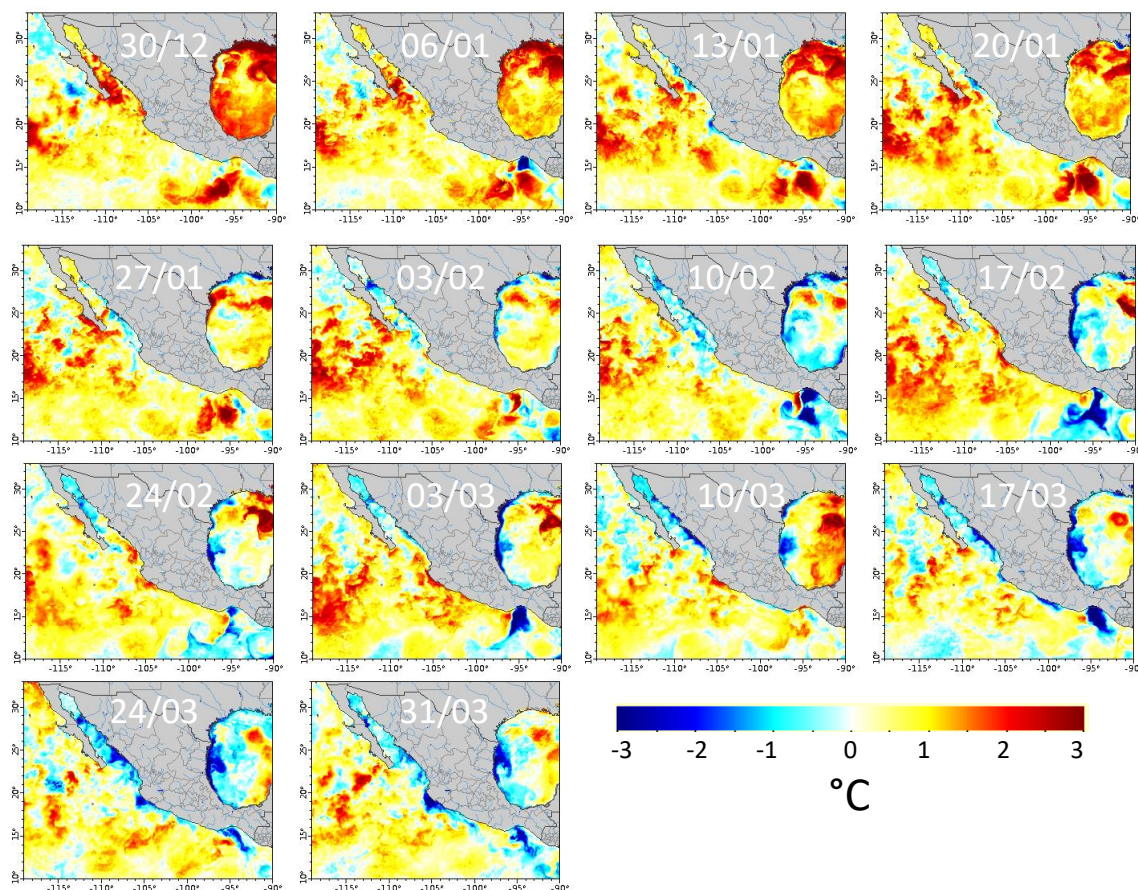


Fig. 4 Anomalías de la temperatura superficial marina registrada en el Pacífico Mexicano desde 30 de diciembre al 31 de marzo. Imágenes diarias tipo MUR, periodo base 2003-2014.

La concentración de *chl a* varió entre 0.1 mg m^{-3} en la zona oceánica y alrededor de 2 mg m^{-3} en la costa. En todo el periodo, las mayores cantidades del pigmento se registraron en el GC (con valores puntuales elevados en la costa sur de Sonora y norte de Sinaloa) y el GT, en tanto que en la costa occidental de BC, el pigmento fue abundante en una franja muy cercana a la costa, aunque en algunos periodos ésta se ensanchó, particularmente en el Golfo de Ulloa (imagen 03/01) y Bahía Vizcaíno (27/01 -26/02 en la figura 5). Entre Cabo Corrientes y Puerto Ángel, la *chl a* fue escasa durante todo el periodo, aunque con valores puntuales relativamente elevados en zonas de la costa de Guerrero y Oaxaca.

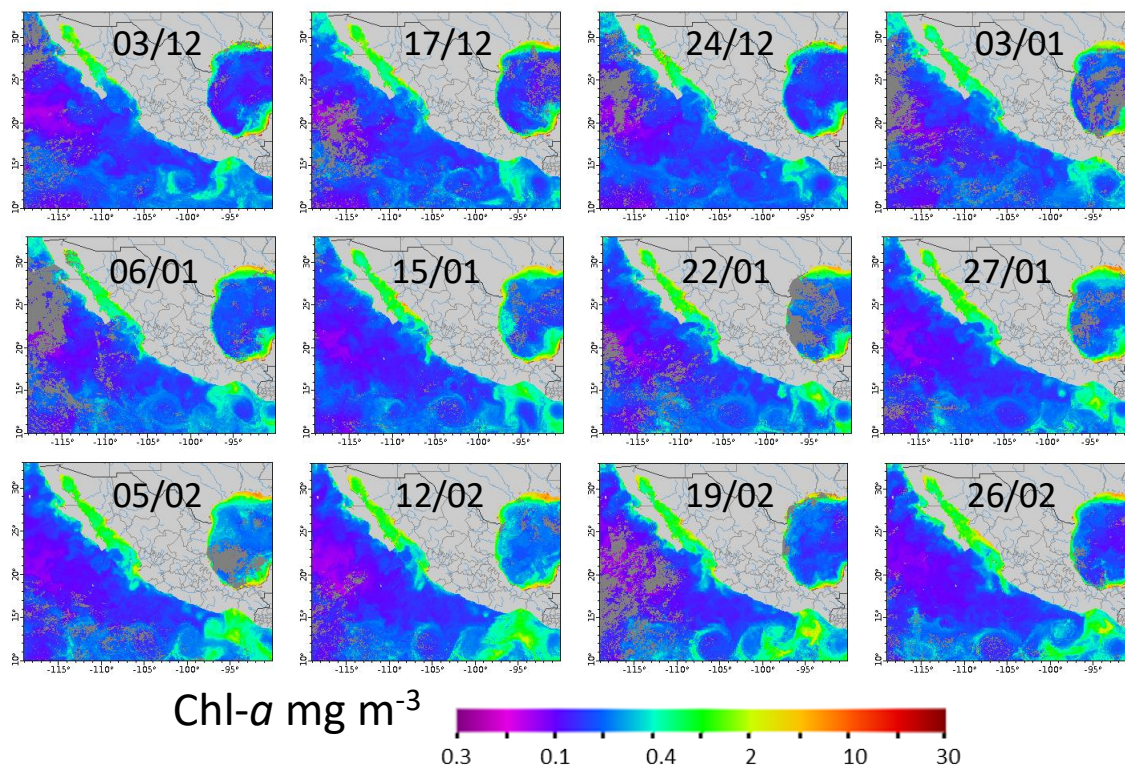


Fig. 5 Imágenes de clorofila-a (compuestos semanales) del 3 de septiembre al 3 de diciembre de 2021. Imágenes obtenidas por el sensor VIIRS.

Frentes fríos

El SMN pronosticó 56 FF para la temporada 2021-2022. Entre enero y marzo se observaron 22 FF (Fig. 6) por lo que hubo un mayor número de eventos que el promedio.

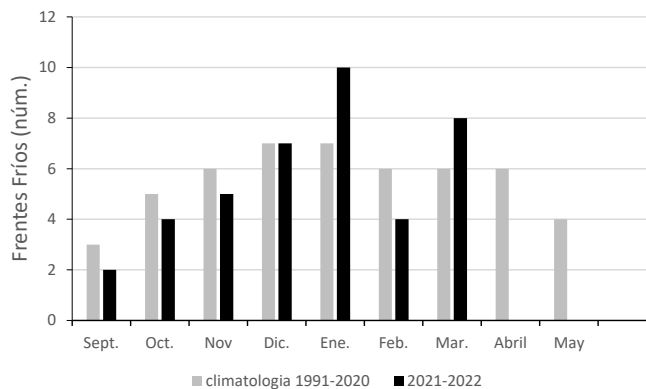


Fig. 6 Frentes fríos (FF) entre septiembre de 2021 y marzo de 2022, observados y estimados según la climatología 1991-2020 (barras grises).

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

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

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