



Condiciones ambientales en el Pacífico Mexicano

Período: 27 de junio al 27 de septiembre de 2024, con un resumen de lo ocurrido durante el segundo trimestre de 2024.

Introducción

Durante la primavera las condiciones fueron cálidas en todo el país. La temperatura ambiental promedio varió entre 23.2 y 27.6 °C, con anomalías (anom.) entre +0.9 y +2.5 °C. En abril y mayo, la precipitación pluvial (PP) fue inferior a la normal, en tanto que en junio superó ese valor (48.99%) por lo que la cobertura de la sequía disminuyó de 70% (abril) del territorio nacional a 54.71% (junio). En el Pacífico Ecuatorial las características se tornaron ENSO-neutrales en tanto que el PDO continuó siendo fuertemente negativo. En los primeros días de abril concluyó la onda cálida en el Pacífico Nororiental (NEP23) en tanto que a finales de ese mes se formó la NEP24. La temperatura superficial marina (TSM) en el Pacífico Mexicano se elevó a lo largo del trimestre. Las condiciones ambientales en las diferentes regiones variaron entre *cálidas* y *muy templadas*. Las primeras se observaron en la costa occidental de la península de Baja California, el Golfo de California (GC) y el Golfo de Tehuantepec (GT) a finales de marzo, así como en áreas puntuales frente a la boca y el interior del GC en abril y mayo; en contraste, las condiciones fueron *normales-templadas* en los primeros días de abril y de mayo tanto en la costa occidental de la península, como en el Pacífico occidental mexicano. En junio el ambiente se mantuvo entre *ligeramente templado* y *muy cálido*. La concentración de clorofila-*a* (chl_a) varió entre 0.03 mg m⁻³ en la zona oceánica y más de 2 mg m⁻³ en la costa. El pigmento fue más abundante en el nor y suroccidente del país. En este periodo hubo reportes de florecimientos algales nocivos (FAN) en Baja California Sur (3) Sinaloa (3), Sonora (3), Jalisco (2) y Chiapas (1). En abril y mayo hubo 7 frentes fríos (FF). En mayo generalmente inicia la temporada de huracanes en el Pacífico, pero el primer meteoro se registró tardíamente (4 de julio). En este contexto, el objetivo de este boletín es describir las condiciones ambientales del Pacífico Mexicano en el periodo julio-septiembre a partir de información atmosférica y marina obtenida de la literatura y de bases de datos nacionales y extranjeras.

Métodos

La información de la temperatura ambiental y de la PP, a escala nacional, se obtuvo de los Reportes del Clima en México del Servicio Meteorológico Nacional¹ (SMN). Los índices climáticos (Fig. 1) provinieron de las páginas electrónicas del Climate Prediction Center² (Índice Oceánico de El Niño-ONI)

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

²http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/detrend.nino34.ascii.txt
Avenida México 190, Col. Del Carmen, C.P. 04100, Coyoacán, CDMX



y el National Center for Environmental Information (Oscilación Decadal del Pacífico-PDO³). La información de las ondas cálidas marinas fue de la NOAA⁴.

Las imágenes mensuales y diarias de la TSM, así como de sus anomalías (ATSM), 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*. Toda la información satelital se extrajo en formato de imagen (*.png) del gestor de bases de datos ERDDAP de la NOAA^{5,6,7}. Por otra parte, las características de los frentes fríos (FF) y ciclones tropicales se tomaron de los *Reportes del Clima en México* y los pronósticos publicados diariamente por el SMN, en tanto que las características de las vedas sanitarias causadas por los florecimientos algales de la página de COFEPRIS⁸.

Resultados

Temperatura ambiental y precipitación pluvial a escala nacional

En julio, la temperatura atmosférica promedio (Tmed) fue 26.5 °C (anom. ⁹: +1.8°C), la mínima promedio (Tmin), 20.6 °C (anom.: +2.5 °C) y la máxima (Tmax), 32.4 °C (anom.: -1.1°C). Este mes fue el quinto julio más cálido desde 1953. En el norte del país se registraron las temperaturas más altas debido a un sistema de alta presión, lo que dio lugar a anomalías ≥3°C en la región Noroeste y Pacífico sur. En agosto, la Tmed fue 26.8 °C (anom.: +2.1 °C), mientras que la Tmin 20.5 °C (anom.: +2.4 °C) y la Tmax 33.2 °C (anom.: +1.9°C). Este mes fue el tercer agosto más cálido, después de los de 2023 y 2019. Las condiciones más tórridas ocurrieron en la mesa del norte, en las inmediaciones con la frontera con EEUU y la costa de Sonora (Alto Golfo y litoral central). En septiembre, la Tmed fue 25.7 °C (anom. +1.9 °C), la Tmin 19.4 °C (anom.: +2 °C) y la Tmax 31.9 °C (anom.: +1.8 °C). Las anomalías se mantuvieron por arriba de 2 °C en gran parte del país y las regiones más cálidas fueron el Pacífico norte, Golfo de México y Península de Yucatán, por lo que, en promedio, fue el segundo septiembre más cálido del registro histórico, después del de 2023. Por el contrario, la zona centro se mantuvo relativamente templada.

En julio, la PP fue 153.3 mm (+21.8% más que el promedio 1991-2020: 125.9 mm). Las lluvias fueron más abundantes en la vertiente del Golfo de México, así como en el occidente, centro y sur del país, gracias a canales de baja

³<https://www.ncdc.noaa.gov/teleconnections/pdo/>

⁴ 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>

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://www.gob.mx/cofepris/acciones-y-programas/emergencias-sanitarias-estatales-por-marea-roja>

⁹ El periodo de referencia es 1991-2020.

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

Tel. (55) 3871 9500

www.gob.mx/imipas



presión, el paso de ocho ondas tropicales, una Tt y el huracán *Beryl*. Hubo PP menor al promedio en parte de la península de BC, el NO y S del país, así como en el Istmo de Tehuantepec y algunas partes de la península de Yucatán. En este mes disminuyó el área cubierta por la sequía, pero se mantuvo de moderada a excepcional (D1-D4) en el norte (62.3% del territorio) y el centro sur (19.8%). En agosto, la PP en todo el país fue de 116.3 mm, 87.9 % del promedio (132.3 mm), y fue consecuencia de la presencia canales de baja presión, la actividad del monzón mexicano, inestabilidad en niveles altos de la atmósfera y el paso de 6 ondas tropicales en gran parte del territorio nacional. La sequía D1-D4 prevaleció en el norte (56.6% del territorio), aunque a escala nacional 29% del país sufrió de estas condiciones, por lo que disminuyó 11.13% con respecto a julio. La PP en septiembre fue de 145.4 mm, esto es 3.5% más que el promedio (140.4 mm), debido a la influencia de los huracanes *Francine* y *Helene*, en el Golfo de México y Caribe, así como la tormenta tropical *Ileana* y el huracán *John* en el Pacífico mexicano. Las lluvias también estuvieron asociadas a las ondas tropicales 20 a 25, la corriente en chorro subtropical, la vaguada monzónica, los frentes fríos 2 y 3, y canales de baja presión. El área cubierta por la sequía (D1-D4) fue ≈37% y se encontró en el norte y noroeste del país.

Índices climáticos

En primavera, las condiciones atmosféricas y marinas en el Pacífico central cambiaron de un evento *El Niño moderado a condiciones neutrales* (Fig. 1 A), las cuales se mantuvieron durante casi todo el verano, según el Centro de Predicciones Climáticas/NCEP/NWS y el International Research Institute for Climate and Society¹⁰ (IRI).

A partir de septiembre los vientos alisios y las anomalías negativas de temperatura subsuperficial en el Pacífico ecuatorial se fortalecieron por lo que las características de *La Niña* comenzaron a ser evidentes. El IRI pronostica que la probabilidad de que se presente esta fase en el periodo octubre-diciembre es de ≈60%. Por otro lado, entre julio y septiembre se fortaleció la fase negativa del PDO (-2.99 a - 3.54) por lo que fue inferior que los valores registrados en abril y mayo (-2.12 y -2.97, respectivamente) (Fig. 1 B). Los datos recientes del NPGO, muestran que continua la fase negativa que inició en 2016, aunque el índice sugiere que este modo climático se fortaleció ligeramente (Fig. 1C).

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

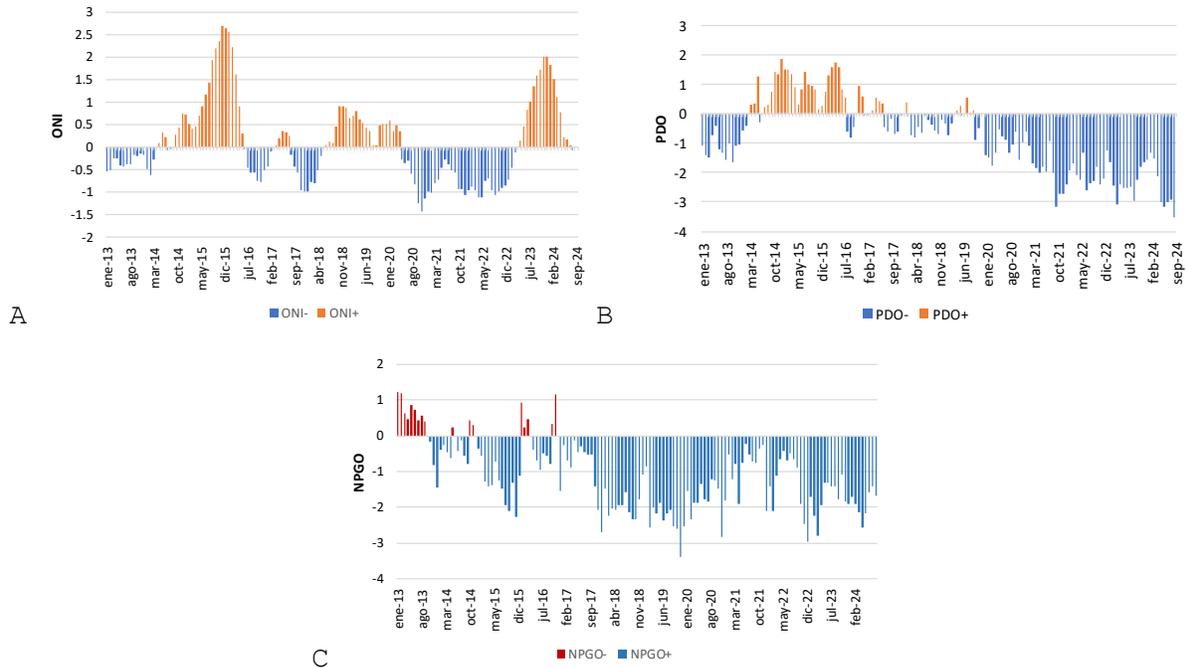


Fig. 1 Índices climáticos (enero 2013-septiembre 2024). A) Índice Oceánico de El Niño (ONI); B) Oscilación Decadal del Pacífico (PDO); C) Índice del Giro del Pacífico Norte.

Ondas cálidas marinas en el Pacífico nororiental (NEP)

La onda cálida NEP23A disminuyó en la primavera de 2024 (Fig. 2), en parte debido al debilitamiento de *El Niño* y al incremento de los vientos con dirección sur provenientes de altas latitudes. En los últimos días de abril se formó la NEP24A, aproximadamente en la misma región donde ocurrieron las anteriores. Aunque esta onda se debilitó ligeramente en julio; en agosto y septiembre se expandió hasta abarcar una elevada proporción de la ZEE de EEUU. Por otro lado, en consonancia con las previsiones de la NOAA, se acercó a las costas estadounidenses a partir de agosto y es probable que continúe afectando la región durante el otoño, aunque su influencia dependerá de la presencia y características de *La Niña* que presumiblemente ocurrirá en otoño-invierno.

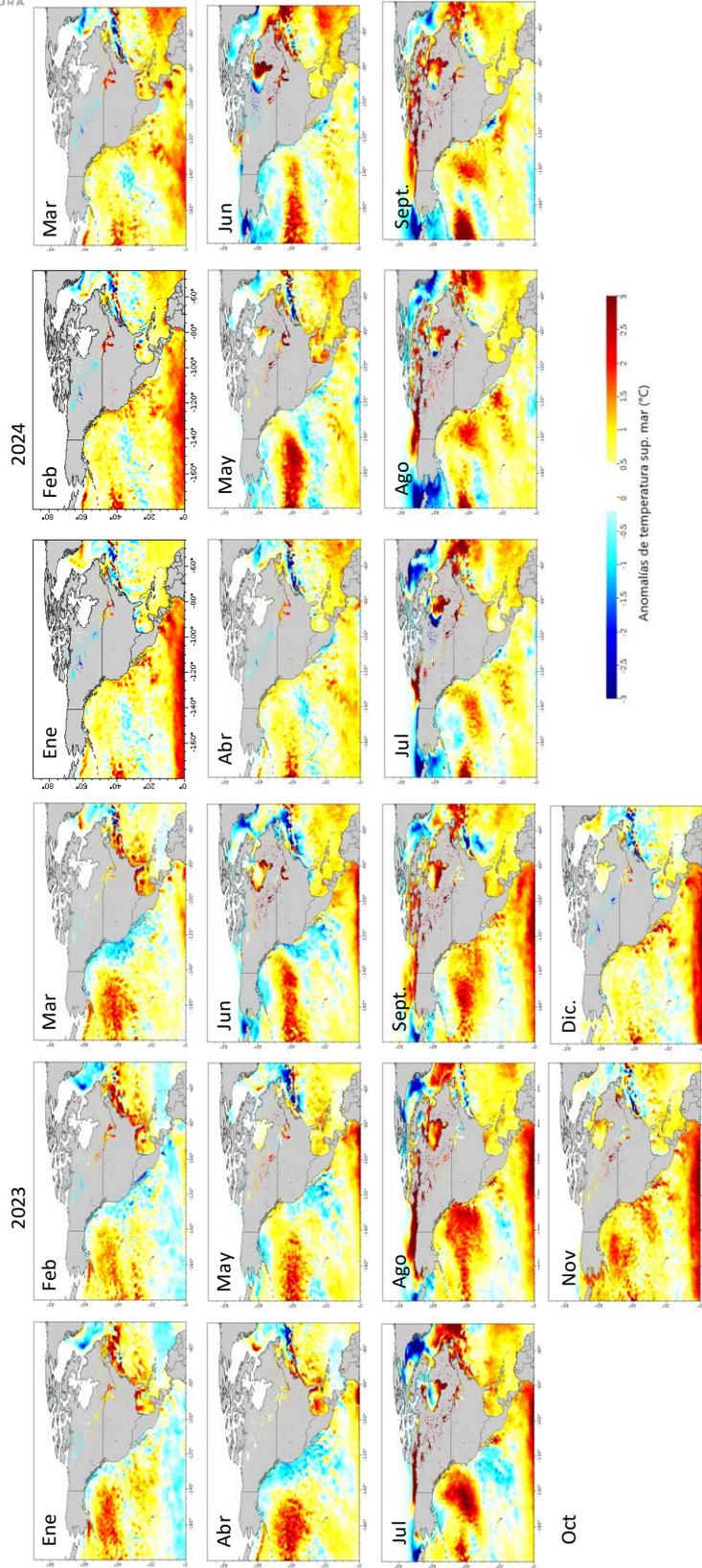


Fig. 2 Ondas cálidas. Final de la NEP 22 (enero 2022-mayo 2023) y NEP 23 (mayo 2023-abril 2024). A partir de abril de 2024 se formó la NEP24A, la cual se acercó a las costas estadounidenses en agosto y septiembre. En México se formó otra mancha al SO de Baja California Sur. No hubo imagen de octubre de 2023 debido a problemas operativos. Anomalías de temperatura mensual tipo MUR, del gestor de datos ERDDAP. Coordenadas: 0-90° N; 45-180° O



Condiciones en el Pacífico Mexicano

La TSM en el Pacífico Mexicano varió entre 18-20 °C y >32 °C (Fig. 3); en la costa occidental de la península de Baja California la isoterma de 20 °C quedo circunscrita a la parte sur de Los Cabos, al inicio del trimestre mientras que durante el resto del periodo osciló entre el Golfo de Ulloa y el canal de Rehusa, que comunica a Bahía Almejas con el océano Pacífico.

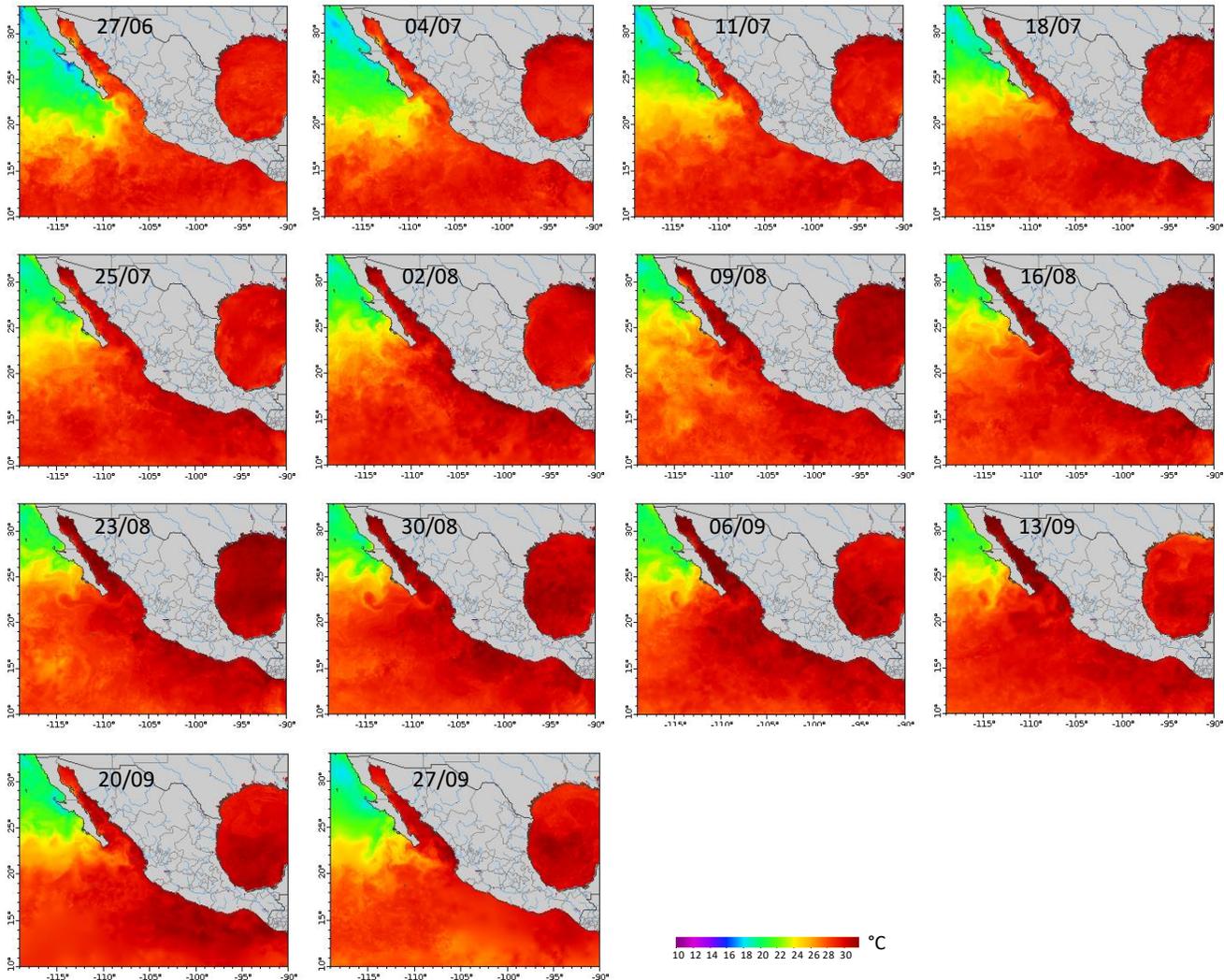


Fig. 2 Temperatura superficial marina registrada en el Pacífico Mexicano desde el 27 de junio al 27 de septiembre de 2024. Imágenes diarias tipo MUR, tomadas del gestor de bases de datos ERDDAP.

La temperatura en el GC fue muy alta (>32 °C) en agosto y septiembre, en especial en la costa oriental y frente a Nayarit. En contraste, la TSM en la costa occidental fue más fresca, particularmente en el canal de Ballenas (entre Isla Ángel de la Guarda y el litoral sudcaliforniano) y en la bahía de La Paz en los primeros días de julio (Fig. 3: 27/06-04/07) y la segunda

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

Tel. (55) 3871 9500

www.gob.mx/imipas



quincena de agosto (16/08-23/08). En el Pacífico Sur se registraron valores similares a los del GC, aunque las TSM extremas se registraron frente a Guerrero y Oaxaca (11/07-02/08), en el GT (02/08, 16/08) y en prácticamente toda la vertiente del Pacífico durante la última semana de agosto. En septiembre prevalecieron las altas temperaturas hasta la última semana, cuando la formación y el doble impacto del HSS3 *John* contribuyeron al enfriamiento de la región comprendida entre CC y el GT.

Las condiciones ambientales en las diferentes regiones del Pacífico Mexicano variaron entre *cálidas* y *muy templadas* durante el trimestre. Las primeras se observaron principalmente en la zona oceánica al oeste de la península de BC y entre los paralelos 28 °N y 15-20 °N. En agosto esa zona se mantuvo alrededor de los 20 °N, pero en septiembre se expandió hasta los 15 °N.

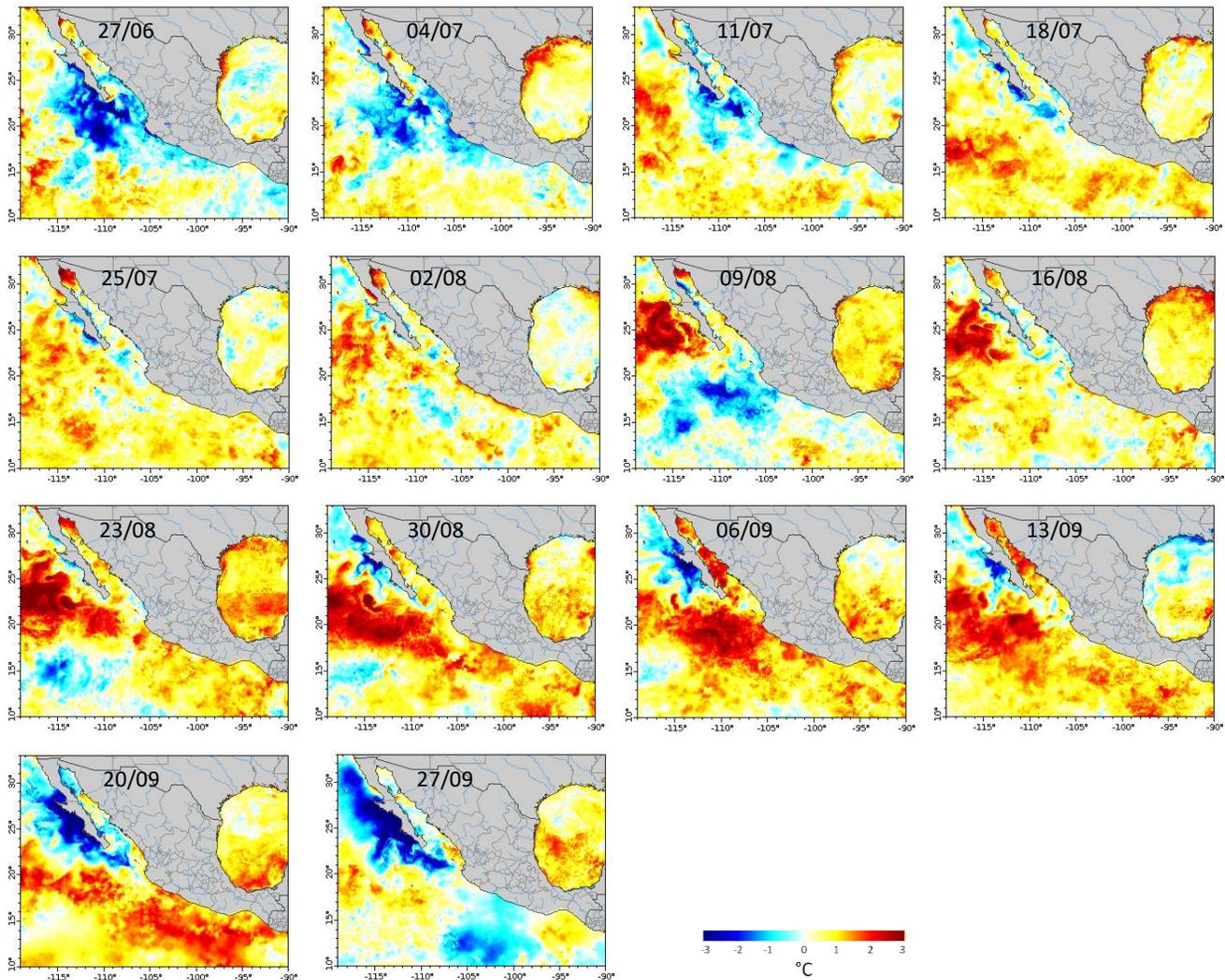


Fig. 3 Anomalías de la temperatura superficial marina registrada en el Pacífico Mexicano desde el 27 de junio hasta el 27 de septiembre de 2024. Imágenes diarias tipo MUR, periodo base 2003-2014.

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

Tel. (55) 3871 9500

www.gob.mx/imipas



En el GC, las anomalías variaron entre 2 y 3 °C en el Alto Golfo en julio y agosto; sin embargo, en la primera y segunda semana de agosto todo el GC presentó este tipo de valores (Fig. 4). Por otro lado, se detectaron condiciones templadas (anom -3 a -1 °C) en la desembocadura en los primeros días de julio, en la segunda semana de agosto y la tercera semana de agosto. En agosto el paso de diversos meteoros contribuyó a enfriar algunas regiones del Pacífico Mexicano, como es evidente en las imágenes del 11/07 (Tt *Aletta* 4-6/07), 25/07 (Tt *Bud*, 24-26 julio), 2/08 (Tt *Carlota*, 31/07-6/08; Tt *Daniel*, 3-6/08), 9/08 (Tt *Emilia*, 4-9/08; Tt *Fabio*, 5-7/08), 23/08 (HSS4 *Gilma*, 18-30/08), 30/08 (Tt *Héctor* (25-29/08), 13/09 (Tt *Ileana*, 12-15/09), 27/09 (22-27/09).

La concentración de chl_a varió entre 0.03 mg m⁻³ en la zona oceánica y más de 10 mg m⁻³ en algunos puntos de la costa (Fig. 5); sin embargo, debido a la actividad ciclónica, gran parte de la región estuvo cubierta por nubes, por lo que hubo pocas imágenes adecuadas. El pigmento fue más abundante en la costa occidental de la península de BC, en especial desde Bahía Tortugas hasta San Juanico (04/07) o Punta Abreojos (probablemente todo el periodo) y desde Cabo San Lázaro hasta El Conejo. En estas zonas, las anomalías de temperatura negativas sugieren que hubo surgencias de agua sub-superficial durante gran parte del periodo.

En julio no hubo reportes de florecimientos algales nocivos (FAN) en el Alto Golfo, pero hubo un cierre precautorio dictaminado por COFEPRIS en Bahía de Lobos y la zona de las islas de Sonora el 30 de julio. Posteriormente hubo otro cierre en Islas de Sonora el 26 de septiembre. También se registraron cierres precautorios en bahía Paredón y Puerto Madero (Chiapas) el 3 y 16 de agosto, respectivamente, en tanto que en septiembre hubo varias vedas sanitarias en áreas de cosecha de moluscos bivalvos en el Alto Golfo¹¹.

Frentes fríos

El SMN pronosticó 48 frentes fríos (FF) para la temporada 2024-2025. El primero se presentó fuera de temporada en agosto, en tanto que en septiembre se presentaron dos FF, por lo que hubo menos de lo registrado en la climatología (1991-2020: 8)¹².

¹¹ <https://www.gob.mx/cofepris/acciones-y-programas/emergencias-sanitarias-estatales-por-marea-roja>

¹² <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/pronostico-climatico/frentes-frios>

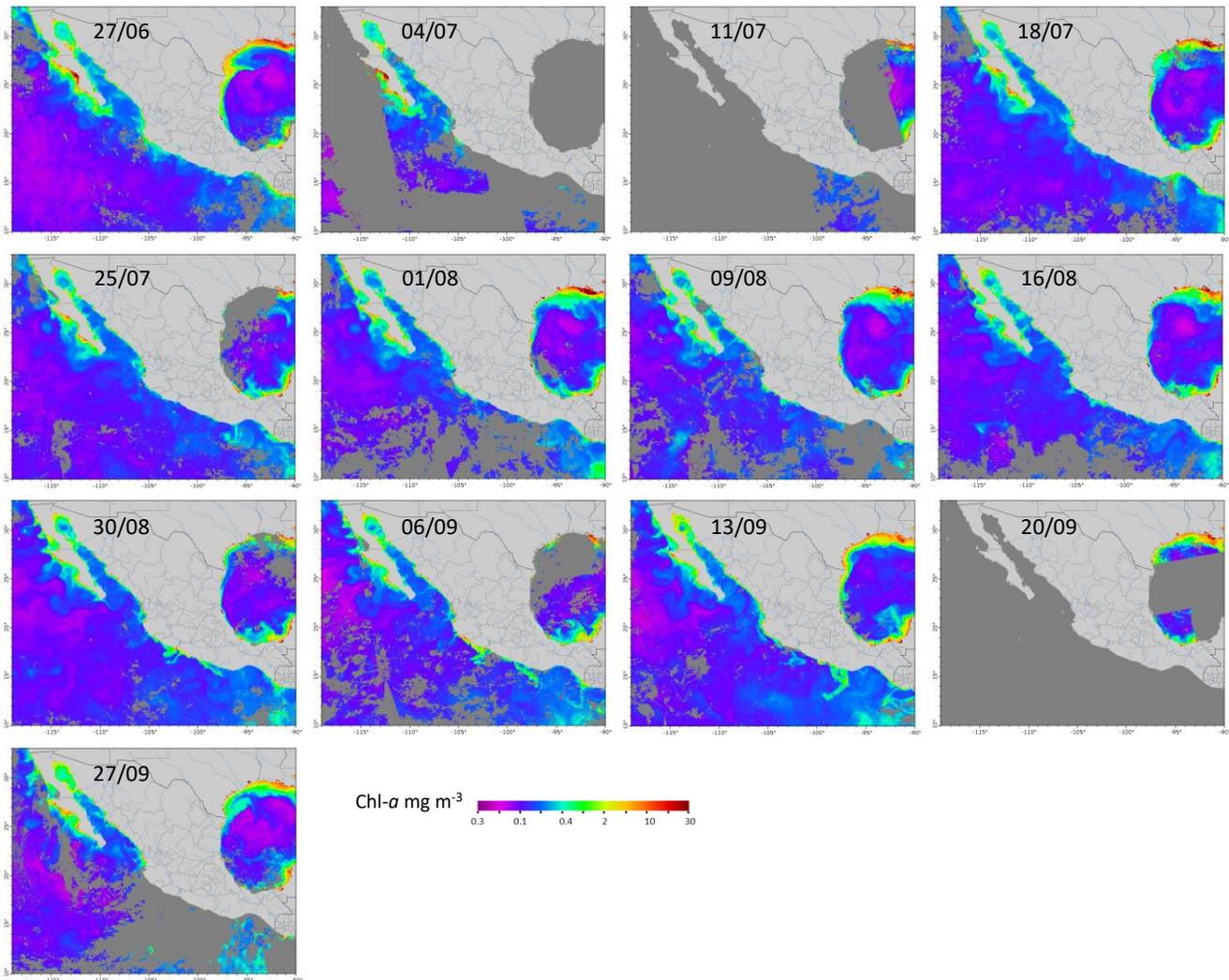


Fig. 4 Imágenes de clorofila-a (compuestos semanales) del 27 de junio al 27 de septiembre de 2024. Imágenes obtenidas por el sensor VIIRS.

Huracanes

En el Pacífico Oriental la temporada de huracanes comienza el 15 de mayo; sin embargo, el primer meteoro (*Aletta*) se formó hasta el 4 de julio, por lo que ha sido uno de los inicios más tardíos. Se espera una temporada normal, con 15-18 (11-17) tormentas nombradas según el Servicio Meteorológico Nacional (NOAA). Entre julio y septiembre se formaron 8 tormentas tropicales (Tt), dos huracanes categoría 1 en la escala Saffir-Simpson (HSS), de los cuales el *Gilma* (18-30 agosto) alcanzó la categoría 4. Los que han afectado al litoral mexicano fueron *Ileana* (Topolobampo, Sin) y *John* que devastó la costa de Oaxaca, Guerrero y Michoacán.

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

Tel. (55) 3871 9500

www.gob.mx/imipas



Tabla 1.- Características de los 11 huracanes que se presentaron desde el inicio de la temporada. HSS: huracán en la escala Saffir-Simpson; Tt: tormenta tropical, Dt: depresión tropical

Nombre	Fechas activo	Cat.	Vientos máx. (km h ⁻¹)	Presión min (h Pa)	ACE
Aletta	4 - 6/07	Tt	65	1005	0.245
Bud	24 - 26/07	Tt	95	1000	1.3525
Carlotta	31/07 - 6/08	HSS 1	150	979	7.3325
Daniel	3 - 6/08	Tt	65	1006	1.1025
Emilia	4 - 9/08	Tt	110	988	3.6025
Fabio	5 - 7/08	Tt	100	995	1.6225
Gilma	18 - 30/08	HSS4	215	949	26.82
Hone	22/08 - 1/09	HSS1	140	988	7.925
Héctor	25 - 29/08	Tt	85	1000	2.5425
Ileana	12 - 15/08	Tt	75	999	1.375
John	22 - 27/08	HSS 3	195	959	5.5725
Total	11				59.49

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