



Condiciones ambientales en el Pacífico Mexicano

Período: 01 de julio a 30 de septiembre de 2021, con un resumen de lo ocurrido durante el segundo trimestre.

Introducción

En el segundo trimestre de 2021 predominó la fase neutra del ENSO y la negativa del PDO y el NPGO (aunque este último se encontró dentro del intervalo normal). La temperatura media, a escala nacional, entre abril y junio fue de 23.0 °C (anomalía¹: 1.1 °C), 24.8 °C (anom.: 1.2 °C) y 26.0 °C (anom.: 1.7.2 °C), respectivamente. En abril, la precipitación pluvial (PP) fue de 11.0 mm (anom: -59.1 %), mientras que, en mayo, de 51.3 mm (anom: -22.1%) y en junio, de 137.5 mm (anom: +34.%). Según el monitor de sequía del SMN² al 30 de junio, gran parte de Baja California (BC) y desde Sonora hasta Mazatlán había algún grado de sequía. La temperatura superficial marina (TSM) varió entre 10 y 32 °C; los valores más bajos (<18 °C) se obtuvieron en la costa noroccidental de BC y en la región de las grandes Islas en el Golfo de California (GC). Las temperaturas más cálidas (>27 °C) se registraron cerca de la costa, desde Cabo Corrientes hasta la frontera con Guatemala al inicio del trimestre y paulatinamente se extendieron a todo el litoral. Las condiciones variaron entre *moderadamente-ligeramente cálidas* y *ligeramente templadas* en la costa occidental de BC, mientras que en el interior del GC, entre *muy templadas* y *ligeramente cálidas-muy cálidas*, en las primeras seis semanas, posteriormente entre *ligeramente* y *moderadamente cálidas*, hasta la segunda y tercera semanas de junio, cuando se tornaron *muy cálidas*. Entre Jalisco y Chiapas, variaron entre *ligeramente templadas* y *normales* en abril, hasta *muy cálidas* en la segunda semana de junio. Entre el 12 de marzo y el 4 de junio, la concentración de *chl a* se encontró entre poco más de 0.1 y 2 mg m⁻³, en la costa occidental de BC y el GC, mientras que, en el sur del Golfo de Ulloa, así como desde Isla Tiburón hasta Bahía de Banderas hubo concentraciones mayores a 10 mg *chl a* m⁻³ en marzo. En las semanas posteriores, el área con concentraciones mayores a 0.5 mg *chl a* m⁻³ disminuyó, en especial al sur de Jalisco. En el Golfo de Tehuantepec (GT) hubo áreas extensas cubiertas con concentraciones cercanas a 10 mg *chl a* m⁻³ en marzo y los primeros días de abril. En este trimestre hubo mayor cantidad de frentes fríos (FF) de lo normal y se presentaron 4 tormentas tropicales (Tt) y 1 huracán (H).

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 clorofila-a, *chl a*) y la ocurrencia de eventos hidroclimáticos (frentes fríos y meteoros tropicales) durante el periodo julio-septiembre de 2021.

Métodos

Los datos de la temperatura ambiental y la PP a escala nacional se obtuvieron de los Reportes del Clima en México, del Servicio Meteorológico Nacional³ (SMN). Los índices climáticos (Fig. 1) son publicados en las páginas

¹ Período base: 1981-2010

² <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/monitor-de-sequia/monitor-de-sequia-en-mexico>

³ <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/diagnostico-climatico/reporte-del-clima-en-mexico>





electrónicas del Climate Prediction Center⁴ (Índice Oceánico de El Niño-ONI) y el National Center for Environmental Information (PDO⁵). La información de las ondas cálidas marinas se obtuvo de la NOAA⁶. 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 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*; cabe mencionar que no hubo imágenes de junio en la base de datos y que en la segunda semana de octubre de 2021, cuando se elaboró este boletín, solo había imágenes disponibles hasta la primera semana de septiembre. 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) se tomaron de los *Reportes del Clima en México*, en tanto que las de los huracanes del SMN y el National Hurricane Center de la NOAA¹⁰.

Resultados

Temperatura ambiental y precipitación pluvial

La temperatura media promedio (Tmed) registrada en julio en el país fue de 25.7 °C (anom.: +2.0 °C), mientras que la mínima promedio (Tmin) fue 19.7 °C (anom.: +2.5 °C) y la máxima promedio (Tmax) de 31.8 °C (anom.: +1.5 °C). Las anomalías extremas se observaron principalmente en la costa occidental de Baja California y el litoral comprendido entre Jalisco y Oaxaca. En agosto, la Tmed fue 25.8 °C (anom.: +2.1 °C) y la Tmin, 19.6 °C (anom.: +2.0 °C). La Tmax fue 32.0 °C (anom.: +1.7 °C) y los valores extremos (>35 °C) se registraron en los márgenes del GC, aunque las anomalías más acusadas (>2°C) se observaron en el centro de Bahía Vizcaíno y al norte de Punta Baja, así como en la parte sur de Golfo de Ulloa, la costa de Michoacán y Guerrero. Las anomalías de Tmin al igual que en julio, fueron superiores a la normal con valores extremos (> 5.0 °C) en Baja California. En septiembre la Tmed fue 25°C (anom. +2°C) y la Tmin de 18.7 °C (anom.: +2.1°C). La Tmax fue de 31.2°C (anom.: +1.8 °C); las mayores temperaturas se registraron en el Alto Golfo, la costa de Sonora y centro de BCS, Sinaloa, el sur de Jalisco y partes de Michoacán, Guerrero y Oaxaca-Chiapas; en contraste, las más bajas se observaron en la costa noroccidental de Baja California.

En julio, la PP en todo el país fue de 128.8 mm, 4.4% inferior al promedio. Sin embargo, hubo lluvias por arriba del promedio en el noreste, centro-norte, noroeste y occidente del país, así como en zonas del sur y sureste. La PP se asoció con el monzón de Norteamérica, el ingreso del FF 61 (fuera de temporada), el aporte de humedad por los sistemas de baja presión que dieron origen al huracán *Felicia* y a la Tt *Guillermo*, líneas de vaguada y el paso de 10 ondas tropicales. En contraste, aumentaron las áreas con *sequía severa* (D2) en Baja California y *extrema* (D3) en Sinaloa. En el sur y sureste del país también hubo zonas *anormalmente secas* (D0).

⁴http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/detrend.nino34.ascii.txt

⁵<https://psl.noaa.gov/pdo/>

⁶ The California Current Marine Heatwave Tracker. California current project. Disponible en: <https://www.integratedecosystemassessment.noaa.gov/regions/california-current/cc-projects-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<https://www.nhc.noaa.gov/>



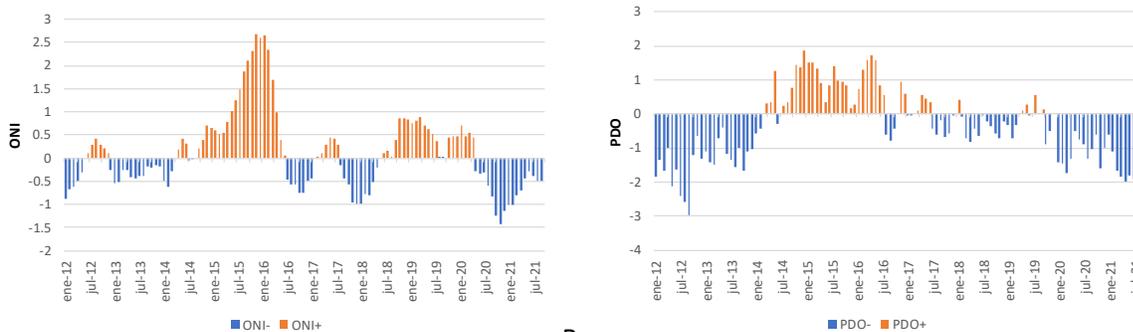


En agosto, la PP fue 157 mm (22.3% mayor al promedio) y las lluvias estuvieron asociadas con el monzón de Norteamérica en combinación con canales de baja presión, aunados al ingreso de los huracanes *Grace* (HSS3) y *Nora* (HSS1), líneas de vaguada, la proximidad de la Zona de Convergencia Intertropical, el paso de nueve ondas tropicales y del FF 62 (fuera de temporada). La PP se mantuvo por arriba y próxima a lo normal en casi todo el país, con excepción de porciones de Baja California, el noreste y el sur del territorio. Las lluvias concluyeron con la *sequía excepcional* (D4) presente en el norte de Sonora y Chihuahua desde noviembre de 2020. Al concluir el mes, las áreas con *sequía moderada, severa y/o extrema* se registraron en zonas del noroeste, norte y centro-occidente del país.

En septiembre, la PP fue de 133 mm por lo que fue 1.8% mayor al promedio; fue más acusada en la parte sur del estado de Baja California, la zona de Los Cabos (BCS), la costa-centro de Sonora, Nayarit y el norte de Jalisco (posiblemente a consecuencia del paso de los huracanes *Nora* y *Olaf*), así como la parte sur del Golfo de Tehuantepec (GT). En contraste, en el resto en de la vertiente del Pacífico la PP representó ≈85% de la climatología.

Índices climáticos

Las condiciones en el Pacífico central correspondieron a *La Niña* (fase negativa del ENSO) hasta mayo de 2021, mientras que desde junio hasta septiembre predominaron las condiciones *ENSO-neutral*, aunque el índice ONI varió entre -0.4 y -0.5 (Fig. 1 A). El Centro de Predicciones Climáticas/NCEP/NWS y el International Research Institute for Climate and Society¹¹, estimaron, con 73% de probabilidad, que entre septiembre y noviembre se desarrolle *La Niña*. Por otro lado, se mantiene la fase negativa del PDO que inició en junio de 2017, con valores cercanos a -2 (Fig. 1 B). Con respecto al NPGO, no ha habido actualizaciones del índice, por lo que no se reporta en este boletín.



A

B

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

Ondas cálidas marinas

Desde finales de abril se formó la onda cálida NEP 21 A en el Pacífico Nororiental (Fig. 2), con anomalías variables entre +1 y +3° C, lo que dio lugar a temperaturas muy elevadas en la costa comprendida desde el SO de Canadá

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





hasta California (EEUU). El 4 de junio, el área cálida medía $\approx 2,400,000 \text{ km}^2$ y avanzaba hacia la costa occidental de EEUU; a mediados de ese mes comenzó a dividirse, pero volvió a formarse en los días siguientes, aumentó de tamaño y alcanzó la costa canadiense. En la costa oeste de EEUU, hubo temperaturas anormalmente cálidas debido al debilitamiento de los vientos del norte y consecuentemente de los afloramientos de agua subsuperficial, de menor temperatura. Los vientos del norte se reanudaron en julio, causando surgencias y temperaturas más frías por lo que la NEP21A se alejó de la costa, pero continuó en la zona marina, donde alcanzó un área de $\approx 4,100,00 \text{ km}^2$ a fines de agosto, por lo que ha sido una de las 10 ondas más intensas desde que empezó el monitoreo en 1982.

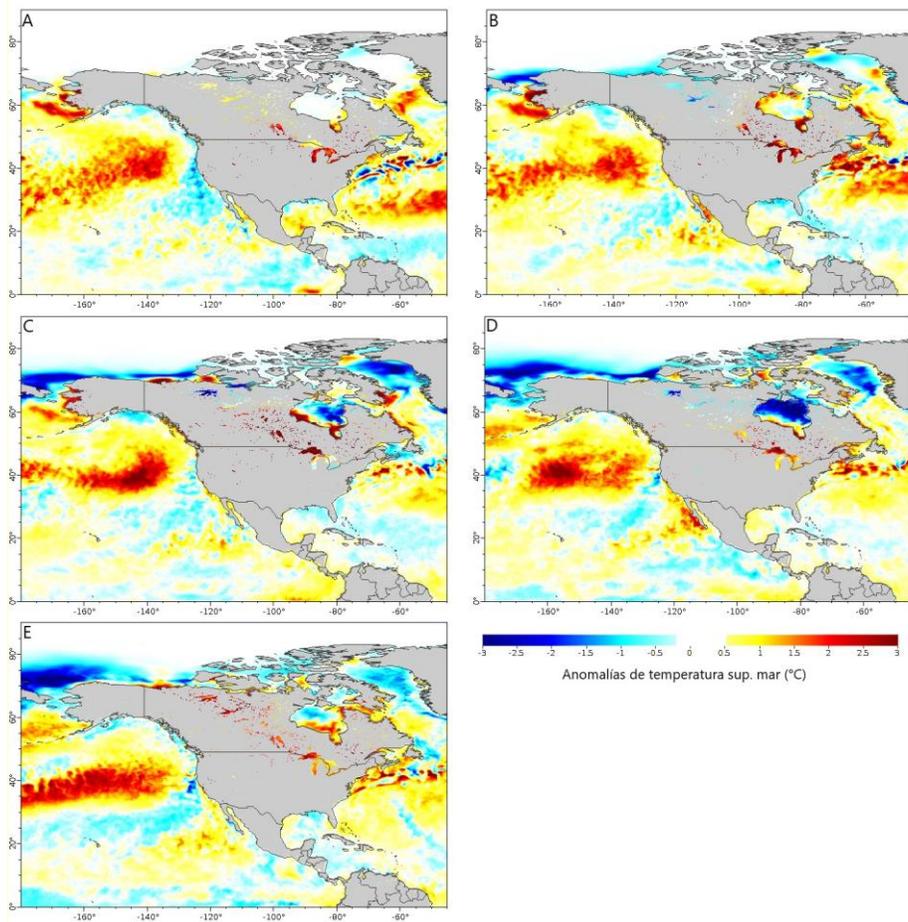


Fig. 2 Extensión de la onda cálida NEP 21A entre mayo (A) y septiembre (E). Por su extensión, intensidad y duración es una de las 10 más intensas desde 1982. Imágenes de anomalías de temperatura tomadas del gestor de datos ERDDAP.

Condiciones en el Pacífico Mexicano

La temperatura superficial marina (TSM) en el Pacífico Mexicano varió entre $18 \text{ }^\circ\text{C}$ y $32 \text{ }^\circ\text{C}$ (Fig. 3). Los valores más bajos ($<22 \text{ }^\circ\text{C}$) se registraron en la costa noroccidental de Baja California durante todo el periodo, aunque al





inicio llegaba a la región de Los Cabos y al final, se recorrió alrededor del paralelo 25 °N. El área cubierta por las temperaturas más altas (TSM>30 °C) al inicio del periodo abarcaba desde Cabo Corrientes (Jal) hasta la frontera de México con Guatemala, pero en las semanas posteriores se extendió hacia el norte, por lo que en septiembre era mayor a ese valor en todo el GC, en tanto que era ligeramente menor al sur de Cabo Corrientes.

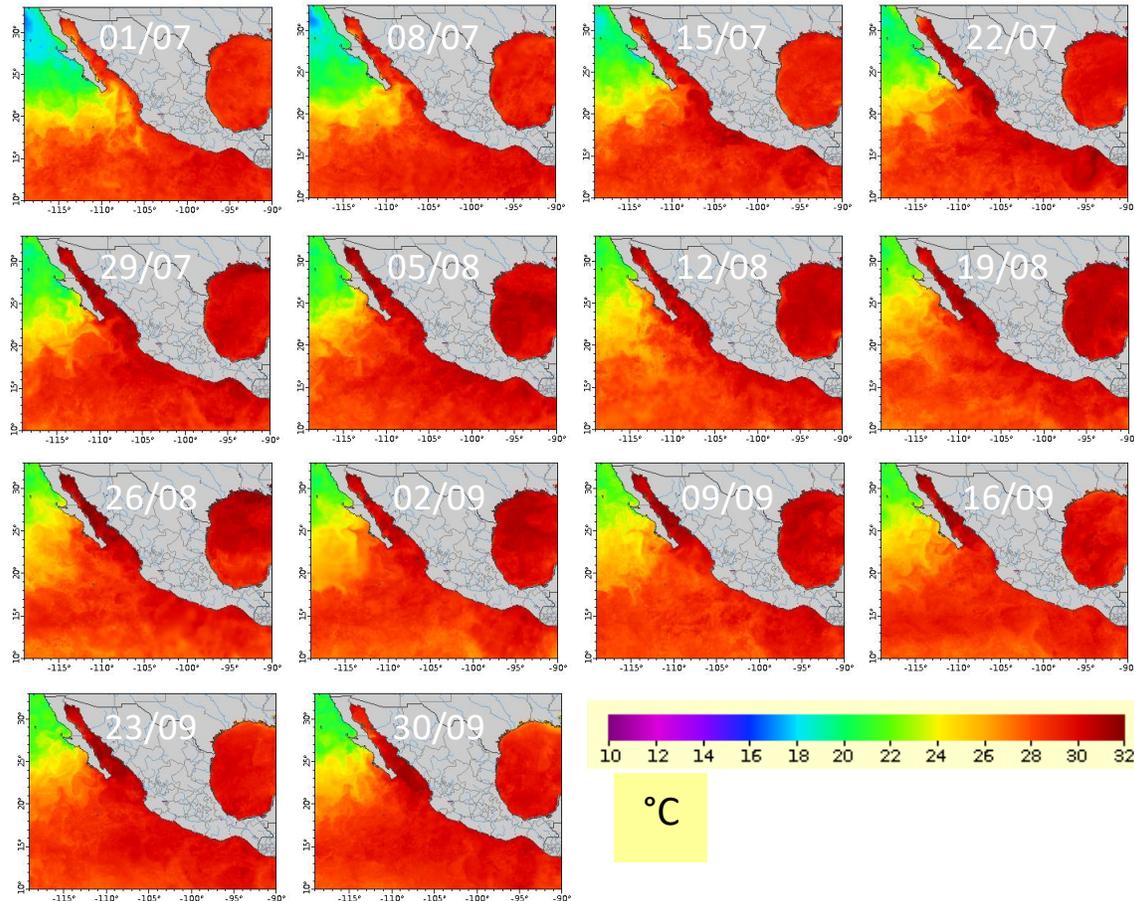


Fig. 3 Temperatura superficial marina registrada en el Pacífico Mexicano desde el 1 de julio hasta el 30 de septiembre de 2021. Imágenes diarias tipo MUR, tomadas del gestor de bases de datos ERDDAP. Unidades °C.

Las condiciones la costa occidental de BC han variado entre *moderadamente y ligeramente templadas* (anom: -0.5 a -1 °C) hasta extremadamente *cálidas* (anom: >2 °C); los valores más bajos se observaron en julio, en tanto que los más cálidos en agosto (a partir de la segunda semana). En el interior del GC, en la primera semana de julio, era *moderadamente templadas* posiblemente como resultado del paso del EHSS1 Enrique que ingresó al GC como Tt y se disipó frente a la bahía de La Paz; en las semanas siguientes, la condiciones variaron entre *ligeramente cálidas* (Alto Golfo, imágenes 22/07 a 05/08 en la figura 4) y *ligeramente templadas* (costa sur de Sonora y Sinaloa, imágenes del 05/08 a 02/09 en la figura 4). En la costa comprendida entre Jalisco y Chiapas las condiciones variaron entre *ligeramente templadas* al inicio de julio, la segunda quincena de agosto-primera





quincena de septiembre, hasta *moderadamente cálidas* en la segunda semana de julio y las dos últimas semanas de septiembre. Las condiciones templadas estuvieron asociadas al paso de las Tt *Ignacio* y *Kevin*, el EHSS4 *Linda*, la Tt *Marty*, el EHSS1 *Nora* y el EHSS2 *Olaf* entre el 1 de agosto y el 11 de septiembre.

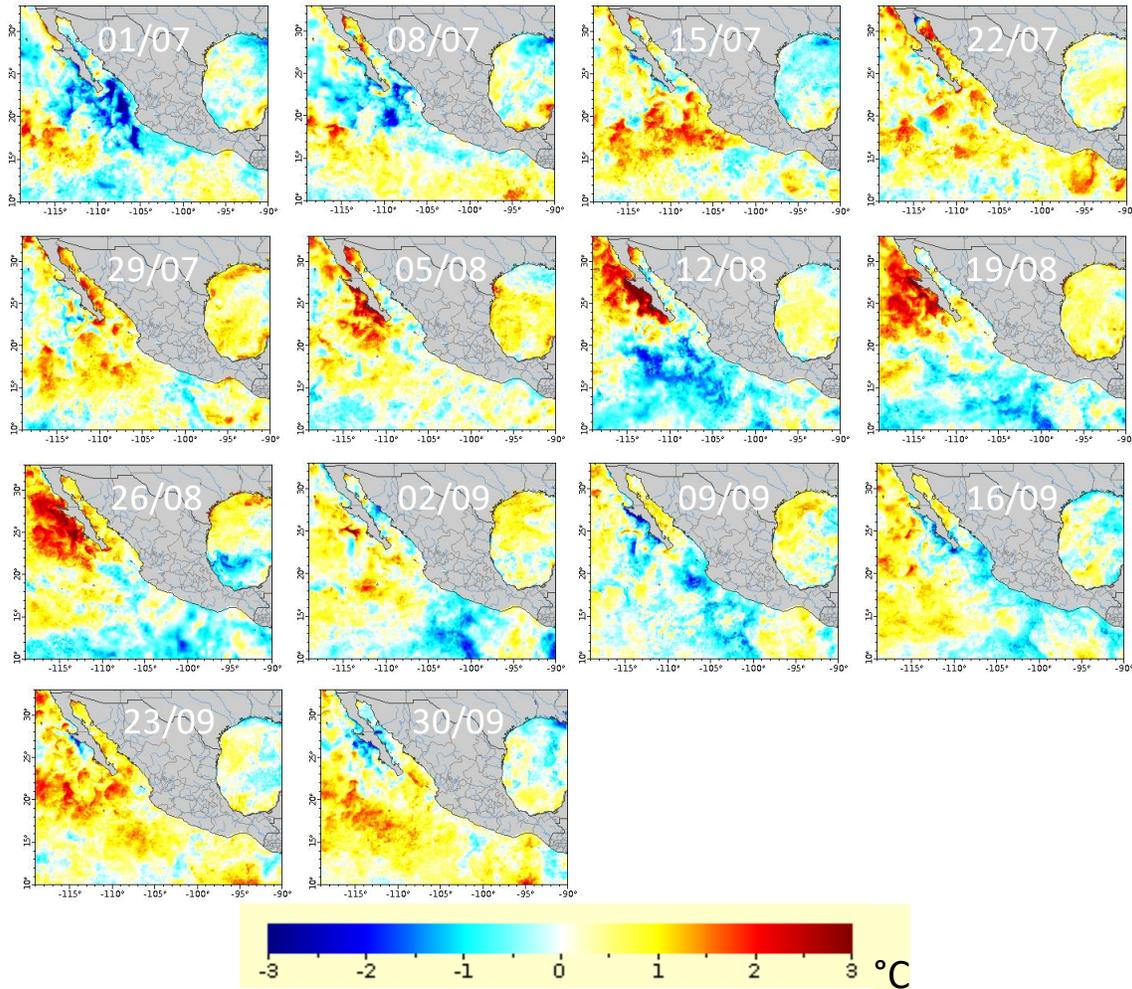


Fig. 4 Anomalías de la temperatura superficial marina registrada en el Pacífico Mexicano desde 1 de julio hasta el 30 de septiembre. Imágenes diarias tipo MUR, periodo base 2003-2014.

En el periodo de estudio (02 de julio a 3 de septiembre), el contenido de *chl a* se encontró entre poco más de 0.03 en la zona marina y 2 mg m^{-3} , en la costa occidental de Baja California (en especial entre Punta Eugenia y Cabo San Lucas durante los primeros días de julio) y el Golfo de California (zona de las Grandes Islas y Alto Golfo). Al sur de Cabo Corrientes, la *chl a* fue escasa, aunque se observaron algunas zonas con concentraciones cercanas a 1 mg m^{-3} frente en el GT (julio) y a la costa sur de Oaxaca. En este trimestre hubo una gran cantidad de nubes, lo que limitó las imágenes disponibles.



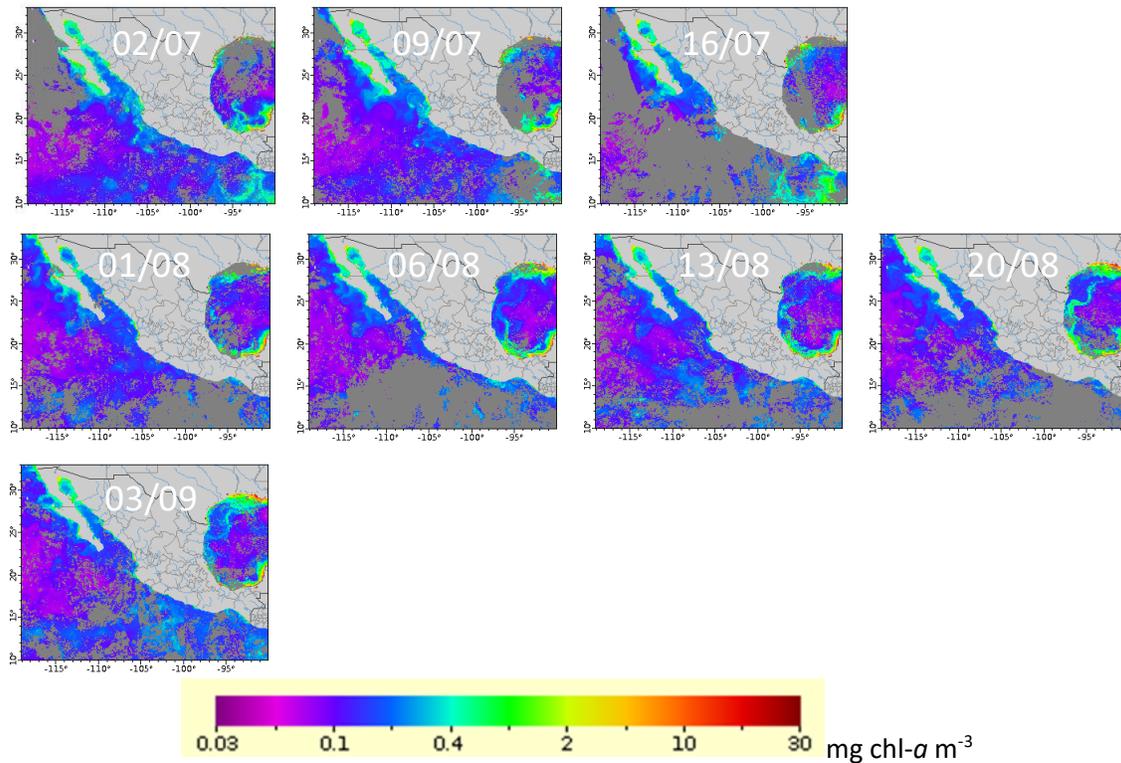


Fig. 5 Clorofila-a registrada en el Pacífico Mexicano desde el 02 de julio hasta el 3 de septiembre. Compuestos semanales obtenidos por el satélite VIIRS.

Frentes fríos

En la temporada 2020-2021 hubo 57 FF, siete más que el promedio. Por otro lado, se percibió la influencia eventos fuera de temporada (3 en junio y 1 en julio). El SMN pronosticó 56 FF para la temporada 2021-2022, por lo que será más intensa de lo normal.

Huracanes

En este trimestre se presentaron 10 meteoros (Tabla 1), de los cuales hubo 2 huracanes intensos (>HSS3); el total de Energía Ciclónica Acumulada es de 69.5225. En este periodo, el HSS1 *Nora*, afectó la costa noroeste de Jalisco y el HSS2 *Olaf*, la región de los Cabos en BCS.





Tabla 1.- Meteoros tropicales ocurridos hasta el 11 de septiembre en el Pacífico oriental

| Nombre | Duración | Cat. Máx. | Vientos máx. (km/h) | Presión mínima (hPa) | ACE |
|-----------|------------------|-----------|---------------------|----------------------|----------------|
| Felicia | 14 – 20 de julio | HSS4 | 230 | 945 | 21.415 |
| Guillermo | 17 – 20 de julio | TT | 95 | 999 | 1.55 |
| Hilda | 30 julio – 6 ago | HSS 1 | 140 | 985 | 7.63 |
| Jimena | 30 jul – 6 ago | TT | 65 | 1005 | 0.735 |
| Ignacio | 1 – 4 de ago | TT | 65 | 1004 | 0.3675 |
| Kevin | 7 – 12 de ago | TT | 95 | 999 | 3.2875 |
| Linda | 10 – 20 de ago | HSS 4 | 215 | 950 | 25.6025 (0.32) |
| Marty | 23 – 24 de ago | TT | 75 | 1000 | 0.6875 |
| Nora | 25 – 30 de ago | HSS 1 | 140 | 977 | 4.53 |
| Olaf | 7 – 11 de sept | HSS 2 | 155 | 974 | 3.7175 |

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

