

Condiciones ambientales en el Pacífico Mexicano: variaciones de la temperatura y de la clorofila-a, registradas mediante el sensor MODIS-Aqua (enero 2014 - abril 2015)

Resumen

Desde febrero de 2014 hasta abril de 2015, las condiciones en el Pacífico Mexicano (PM) han sido cálidas, probablemente causadas por cambios en la circulación atmosférica y marina en el Pacífico Norte detectadas en 2013 y 2014 (Bond *et al.*, 2015; Hartmann, 2015) y la formación de un evento El Niño, desde los primeros meses de 2015¹. Una posible consecuencia de la elevación de temperatura podría ser la disminución de la producción primaria como resultado del aumento en la profundidad de la capa de mezcla y la disminución de la intensidad de las surgencias, de manera similar a lo que ocurre durante El Niño (Gaxiola-Castro *et al.*, 2010). El objetivo de este trabajo es describir la evolución de la temperatura superficial marina (SST) y la clorofila-a (CHLA) desde enero de 2014, hasta la primavera de 2015, tanto a escala nacional como regional. La SST y la CHLA, indicadora de abundancia de la biomasa fitoplanctónica, se evaluaron mediante imágenes del satélite MODIS-Aqua² que abarcan todo el país (coordenadas: 122 a 72 °O; 3 a 33 °N). En el caso de la temperatura se calcularon las anomalías estandarizadas y en el de la CHLA, las anomalías simples para cuantificar la magnitud de los cambios con respecto a las condiciones promedio; también se obtuvieron los valores numéricos de transectos paralelos a la línea de costa del PM ubicados aproximadamente a 10 km de la orilla, tanto de las imágenes mensuales como de las normales para determinar las variaciones a escala regional.

En el PM la temperatura superficial fue mayor a la normal a partir de febrero de 2014, en particular frente a la costa noroccidental y en el interior del Golfo de California. Los valores más altos se registraron en junio y julio desde el Golfo de Ulloa por el Pacífico, y desde el sur de las Grandes Islas por el Golfo de California, hasta Centroamérica, mientras que entre septiembre y noviembre, disminuyó la SST desde Punta Eugenia hasta el Golfo de Tehuantepec (Fig. 1) probablemente debido al impacto de las tormentas y huracanes; sin embargo, a partir de diciembre las condiciones han sido muy cálidas en la costa occidental de la península de Baja California y desde marzo de 2015 en el interior del Mar de Cortés.

El perfil de temperatura obtenido a lo largo del transecto paralelo a la costa occidental de la península de Baja California, muestra que las condiciones fueron muy cálidas (anomalía > +1.5) entre mayo y agosto de 2014 (fig. 2 A), y que el incremento mensual más notable en ese año, ocurrió entre junio y julio (~4 °C). Por otro lado, la concentración de CHLA durante el periodo de estudio ha sido menor a la normal (Fig. 2B), posiblemente porque las surgencias fueron menos intensas tanto en la primavera de 2014 como en el invierno de 2015, según el Pacific Fisheries Environmental Laboratory³.

¹ <http://iri.columbia.edu/news/june-climate-briefing-el-nino-certainty-increases/>

² Base de datos Giovanni de la NASA. <http://disc.sci.gsfc.nasa.gov/giovanni>

³ <http://www.pfeg.noaa.gov/products/PFEL/modeled/indices/upwelling/upwelling.html>

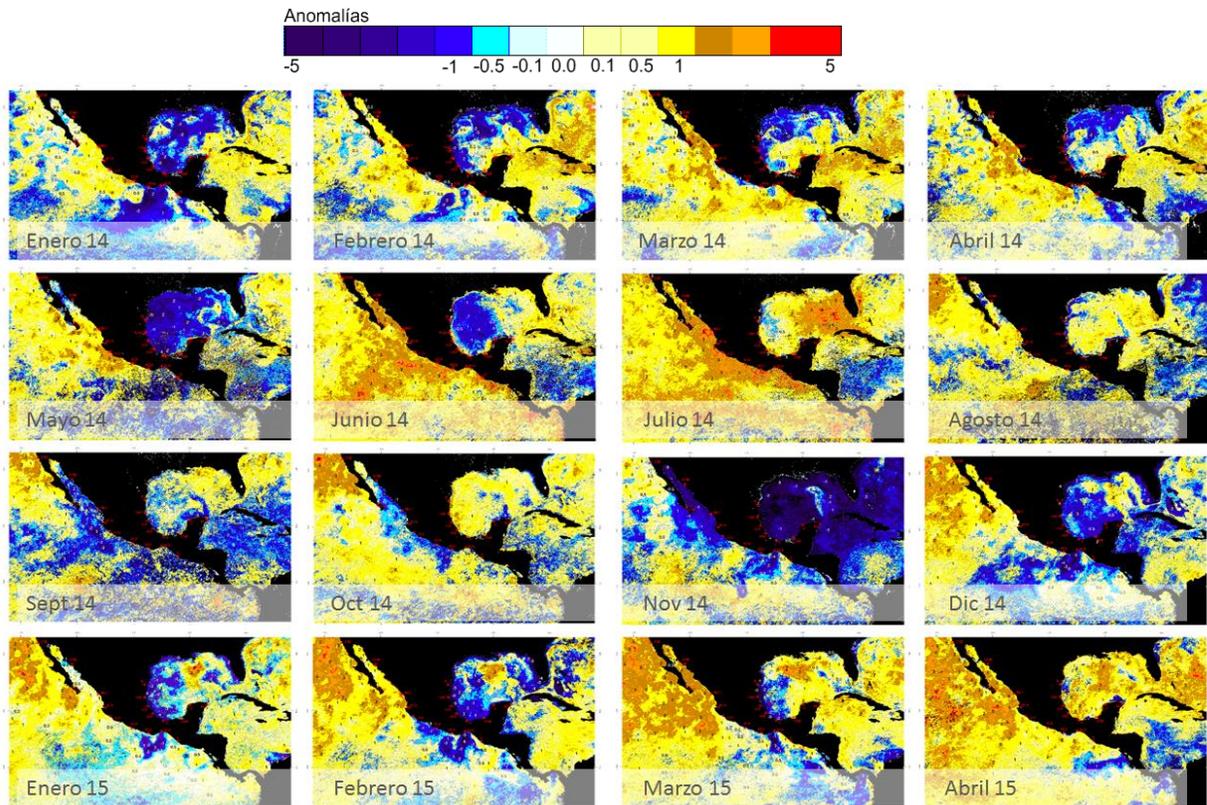


Fig. 1 Anomalías estandarizadas de la temperatura superficial marina (enero 2014-abril 2015).

Los pigmentos fotosintéticos fueron más abundantes desde febrero hasta mayo, como habitualmente ocurre, en el norte de Bahía de Vizcaíno, frente a Ojo de Liebre y desde Bahía Asunción hasta las bocas de la Soledad y Santo Domingo, localizadas en el extremo noroccidental de Bahía Magdalena; sin embargo, a diferencia de otros años, en septiembre y octubre también hubieron cantidades elevadas de pigmentos en el Golfo de Ulloa, probablemente relacionadas con los escurrimientos causados por los meteoros.

En la costa oriental de la península de Baja California (fig. 2C), la temperatura fue mayor a la normal desde marzo hasta agosto, mientras que el mayor incremento se observó entre mayo y junio, en particular, desde Bahía de los Ángeles hasta Mulegé, donde la diferencia promedio (\pm desviación estándar) fue de 7.6 ± 0.98 °C, mientras que en condiciones normales es de 3.9 ± 0.49 °C. En esta región los meses más cálidos fueron junio, julio y agosto (Fig. 2D), en especial desde la bahía San Luis Gonzaga (BC) hasta Mulegé (BCS). Por otro lado, la CHLA fue muy abundante en la misma zona donde se registraron las temperaturas más elevadas. Entre enero y marzo de 2015 cuando la CHLA también ha sido alta, se decretaron vedas sanitarias⁴ para evitar el consumo de moluscos contaminados por microalgas productoras de toxinas desde San Felipe, en el Alto Golfo, hasta Loreto (BCS), lo que sugiere que en algunos casos las grandes concentraciones de clorofila podrían reflejar la presencia de Florecimientos Algales Nocivos (FAN).

En la costa comprendida entre Sonora y Chiapas, la SST fue mayor al promedio en junio y julio de 2014 (Fig. 2 E), mientras que desde agosto hasta noviembre las condiciones fueron normales debido a la influencia de los meteoros. En Sonora y Sinaloa, como en la costa oriental de la península de Baja California, destaca el calentamiento entre mayo y junio. Por otro lado, la tasa de

⁴ <http://www.cofepris.gob.mx/AZ/Paginas/Marea%20Roja/EmergenciasSanitariasEstatales.aspx>

calentamiento en el Alto Golfo y en las inmediaciones de las Grandes Islas entre enero y abril fue de 1.51 ± 0.21 °C (2014) y 1.42 ± 0.31 °C (2015) mientras que la media es de 1.12 ± 0.16 °C, en tanto que desde ahí hasta Mazatlán fue de 0.65 ± 0.40 y 1.13 ± 0.44 , en 2014 y 2015, respectivamente, mientras que lo normal es de 0.78 ± 0.32 , lo que indica que en este último año el calentamiento fue mayor al promedio. La intensidad de las surgencias que se forman en las Grandes Islas, Cabo Corrientes y el Golfo de Tehuantepec, aparentemente fue menor que en otros años. La concentración de CHLA tanto en 2014, como en 2015, fue $\sim 50\%$ del valor normal (Fig. 2 F); sin embargo, las diferencias fueron más conspicuas al sur de Cabo Corrientes. En enero y febrero de 2015, el contenido de pigmentos fue más alto que en los mismos meses de 2014 a lo largo de todo el transecto, aunque en marzo aparentemente empezó a disminuir desde Cabo Corrientes hasta la frontera con Guatemala.

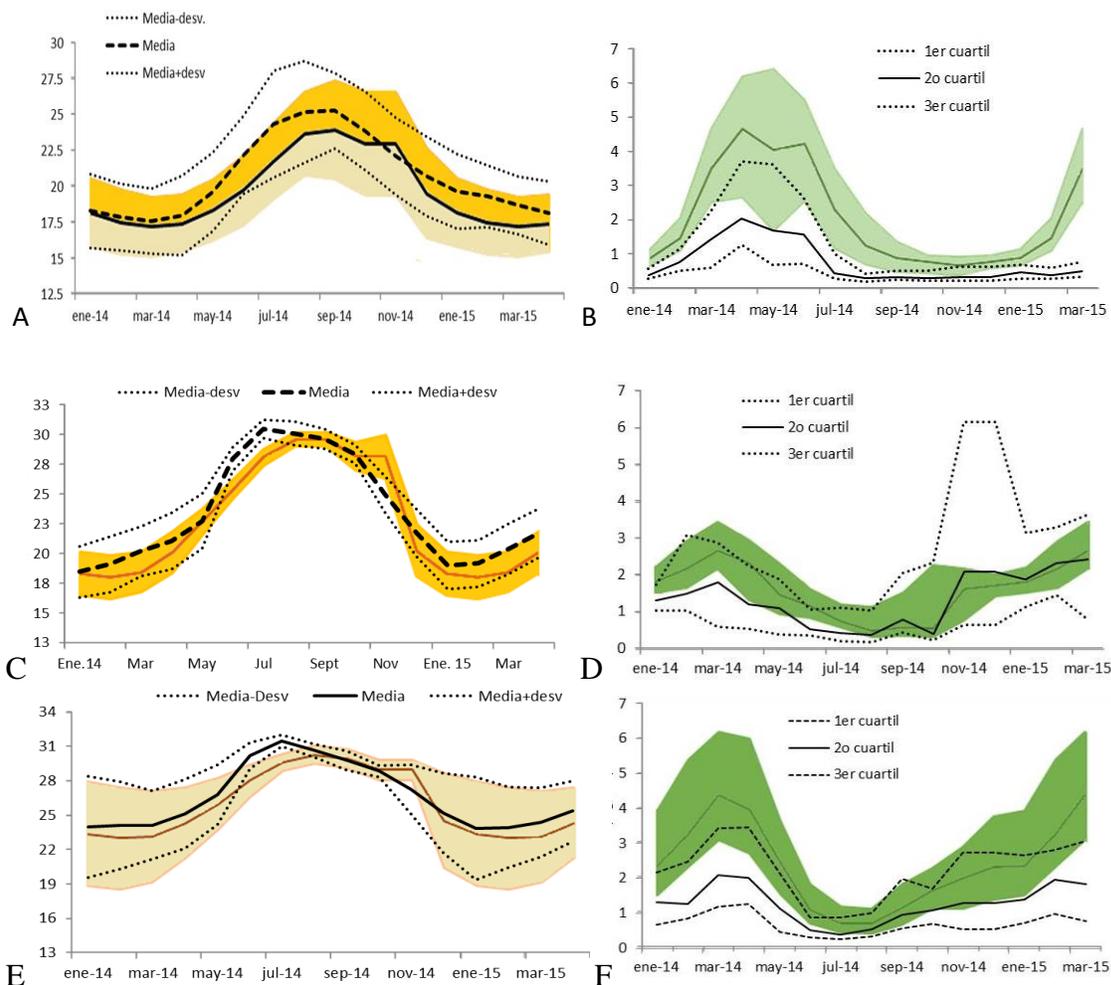


Fig 2.- Parámetros descriptivos de los transectos de la costa occidental de Baja California (A,B), la costa occidental del Golfo de California (C, D) y la costa comprendida desde el río Colorado hasta la frontera con Guatemala (E, F). En las figuras A, C y E las bandas coloreadas son los promedios \pm desviación estándar de la temperatura (°C), mientras que las B, D y F, los cuartiles 1, 2 y 3, de la concentración de clorofila (mg/m^3). En 2014, la temperatura fue extremadamente cálida desde junio hasta agosto y cercana a lo normal en noviembre. En 2015 las condiciones entre enero y marzo continuaron siendo cálidas en las costas de Baja California, mientras que desde Sonora hasta Chiapas son aproximadamente normales. En contraste, la clorofila ha sido muy escasa tanto en la costa occidental de Baja California, como desde Sonora hasta Chiapas y muy elevada en la costa oriental de la península bajacaliforniana.

De estos resultados se concluye que la temperatura superficial marina ha sido muy elevada en el Pacífico Mexicano, en especial en la costa occidental de la península de Baja California y en el

Golfo de California. En contraste, la concentración de CHLA ha sido variable, mientras que en la costa occidental de la península y desde Cabo Corrientes hasta la frontera con Guatemala ha disminuido, en el Golfo de California, en particular en la costa comprendida desde la bahía San Luis Gonzaga hasta Mulegé se ha incrementado, aunque aparentemente también ha habido una mayor cantidad de FAN lo que sugiere que las elevadas temperaturas han favorecido estos eventos, aunque falta información de 2014 para corroborar esta hipótesis. Estas condiciones (elevadas temperaturas y bajas concentraciones de CHLA o presencia de FAN) deben ser consideradas al momento de evaluar los recursos pesqueros ya que es probable que haya poblaciones sometidas a un estrés mayor al normal por segundo año consecutivo.

Literatura citada

- Bond, N.A., M.F., Cronin, H. Freeland y N. Mantua. 2015. Causes and impacts of the 2014 warm anomaly in the NE Pacific. *Geophysical Research Letters*. 42. DOI: 10.1002/2015GL063306
- Gaxiola-Castro, G., B.E. Lavaniegos, A. Martínez, R. Castro y T. L. Espinosa-Carreón. 2010. "Pelagic ecosystem response to climate variability in the Pacific Ocean off Baja California". In. *Climate Change and Variability*. Suzanne Simard and Mary E. Austin (Eds.), Sciyo, Cap 9: 163-182 pp. ISBN: 978-953-307-144-2
- Hartmann, D.L. 2015. Pacific sea surface temperature and the winter of 2014. *Geophysical Research Letters*. 42, doi: 10.1002/2015GL063083