

BOLETIN DE CLOROFILA-a (CHLA).

Febrero 2014

Condiciones generales.

En el Pacífico Mexicano el contenido de pigmentos fotosintéticos (clorofila a) se registró entre 0.1 mg/m^3 en mar abierto y 1 mg/m^3 , aunque en zonas de surgencias se detectaron concentraciones mayores a 1 mg/m^3 . La isolínea de 0.5 mg/m^3 , empleada como valor base para la descripción, se encontró muy cerca de la costa en la mayor parte del Pacífico excepto en el interior del Golfo de California (GC) y el de Tehuantepec (GT); en el GC donde se observan valores mayores a 1 mg/m^3 ; en el GT la isolínea de 1 mg/m^3 rodeó una estructura semicircular que sugiere la presencia de un afloramiento fitoplanctónico. En algunas regiones de la costa de Sonora, se detectaron cantidades mayores a 3 mg/m^3 . En el Golfo de México (GM), la franja delimitada por la isolínea de 0.5 mg/m^3 fue más ancha que en el Pacífico, en especial desde el norte del Golfo hasta Tuxpan y desde Veracruz hasta Isla Mujeres. En la costa nororiental mexicana se registró poco más de 1 mg/m^3 ; en contraste con lo registrado en esa región, en la costa sur de Veracruz, Tabasco y Campeche se detectaron más de 3 mg/m^3 , los cuales, sin embargo, como en otros meses deben ser tomados con reservas porque sólo se presentaron en la desembocadura del río Coatzacoalcos y el río Tonalá, Laguna de Términos y frente a los Petenes, por lo que además de chla el satélite podría haber detectado material suspendido.

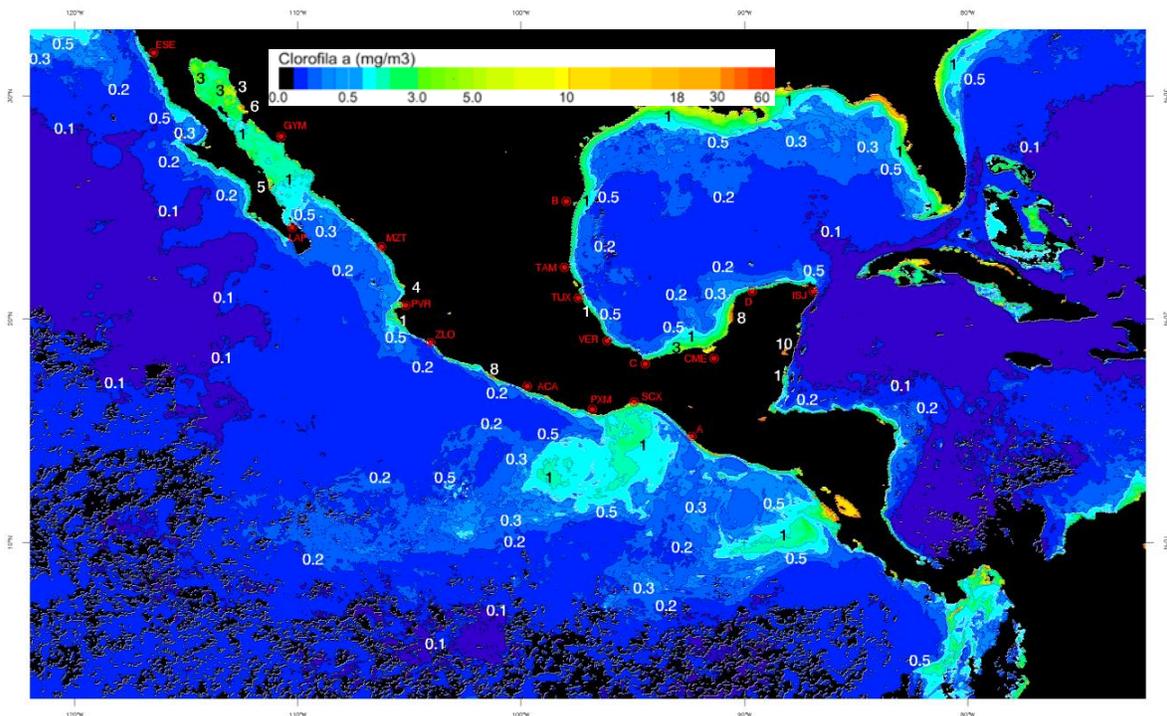


Fig. 1. Concentración de clorofila-a registrada en febrero. Imágenes MODIS-Aqua. Base de datos GIOVANNI-NASA. Unidades mg chla/m^3 .

Comparación con otros años. (Anomalías simples¹).

En la mayor parte del Pacífico Mexicano la concentración de pigmentos fue similar o ligeramente más baja (anomalía: -0.1 mg/m^3) que el promedio¹, aunque puede calificarse de *normal*, excepto en algunas áreas muy cercanas al litoral del sur de Sonora, Sinaloa y Jalisco donde las diferencias entre la cantidad observada y la normal fueron más notables (alrededor de -5 mg/m^3). En el interior del GC, se detectaron valores positivos en el Alto Golfo, y al norte de las Grandes Islas ($+1$ a $+3 \text{ mg/m}^3$); En el Pacífico central mexicano así como en la costa occidental y centro del GT se detectaron anomalías negativas ($<-0.5 \text{ mg/m}^3$) aunque en las inmediaciones de algunas áreas de la costa de Guerrero y Oaxaca fueron positivas. En el GM se registraron concentraciones *normales* (anomalías: $>0.1 \text{ mg/m}^3$) en casi todo el litoral, excepto frente a Laguna Madre (Tamaulipas) donde fueron negativas, a diferencia de la desembocadura del río Usumacinta hasta Campeche, donde se observan anomalías positivas ($>2 \text{ mg/m}^3$). En el Golfo de Campeche las anomalías fueron positivas aunque dentro del intervalo *normal* ($0.1-0.5 \text{ mg/m}^3$). En la costa de Yucatán se registraron cantidades inferiores al promedio hasta de -1 mg/m^3 , en tanto que en el Caribe fueron unas décimas de miligramo inferiores a lo usual.



Fig.2.- Anomalías de la clorofila. Febrero 2014. Unidades: mg/m^3

Comparación con el mes anterior. En febrero, en comparación con enero, hubo un pequeño decremento en la concentración de pigmentos en la costa noroccidental de la península de Baja California, en la parte media y sur del Golfo de California, en la costa de Jalisco, así como desde Boca de Apiza (Colima) hasta Coyuca de Benítez (Gro.) y desde Acapulco (ACA) hasta Puerto Escondido (PXM). Las diferencias fueron más acusadas se observaron en el centro del GT, donde se produce la surgencia invernal. Por el contrario, el interior de Bahía de Vizcaíno, así como desde Loreto (BCS) hasta Punta Mita (Nay), disminuyeron los pigmentos, aunque la reducción fue más evidente frente a la bahía de La Paz, Guaymas y desde Navachiste hasta MZT. En el Golfo de México se incrementó la clorofila de 0.1 a 0.5 mg/m^3 , excepto en una franja muy delgada e inmediata a la costa, localizada frente a Tampico, del puerto de Veracruz hasta laguna de Alvarado, desde

¹ Periodo de referencia: 2002-2011

Coatzacoalcos hasta Los Petenes, así como en la costa nororiental de Yucatán. En esas zonas la disminución fue de hasta en 2 mg/m³. En la zona del Caribe los cambios fueron imperceptibles.

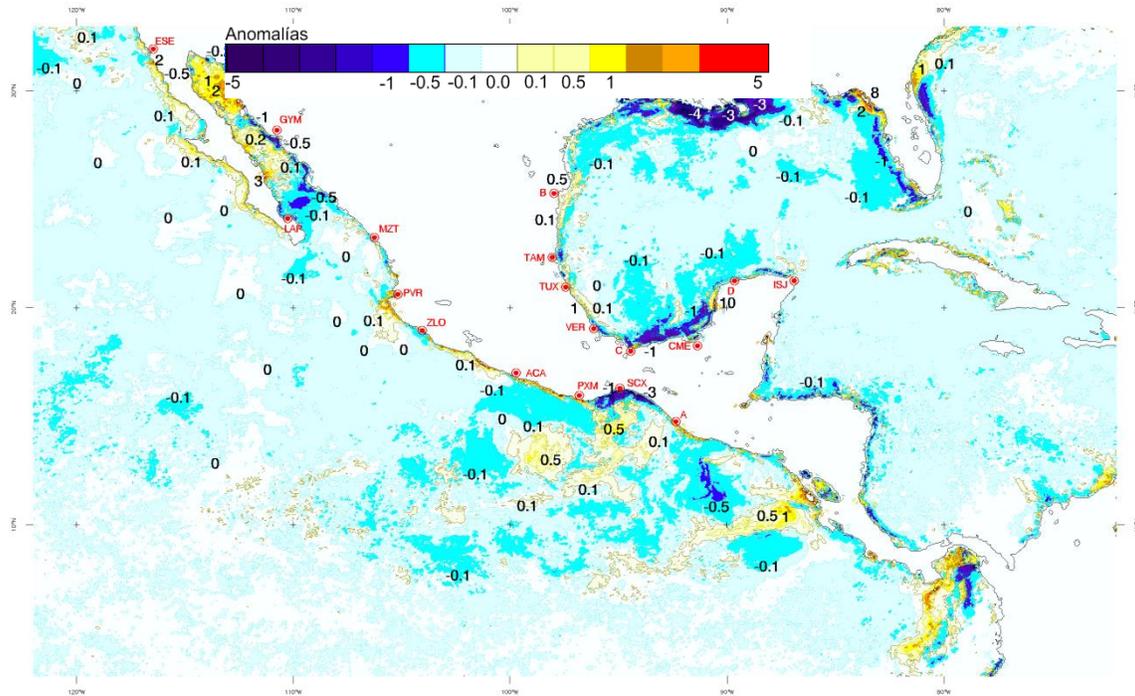


Fig. 3.- Diferencia de clorofila entre meses consecutivos (febrero-enero 2014). Unidades: mg chla/m³.

REGIONES

REGIÓN	PACÍFICO MEXICANO
Costa occidental de Baja California	<p>Situación en el mes: Aunque en la mayor parte de esta región se registraron entre 0.2 y 1 mg/m³ de chla, solo hubo cantidades mayores a 0.5 mg/m³ frente a Guerrero Negro y en el Golfo de Ulloa, donde la franja en que se registraron esos valores fue muy estrecha. Sólo en el interior de la laguna de Guerrero Negro y Bahía Magdalena se detectaron concentraciones elevadas.</p> <p>Comparación con otros años: En gran parte de la costa la concentración de pigmentos fue ligeramente más baja que en otros periodos (anomalía: -0.1 a -0.5 mg/m³), excepto en la costa norte del Golfo de Ulloa, donde las condiciones fueron <i>normales</i>. La superficie cubierta por anomalías negativas fue más extensa entre la frontera México-EEUU y Laguna San Ignacio. En contraste, entre Bahía Almejas y Cabo San Lucas los cambios fueron mínimos, en tanto que entre Bahía Magdalena y Cabo San Lucas también se registraron anomalías negativas, aunque dentro de lo <i>normal</i>.</p> <p>Comparación con el mes previo: En general los cambios fueron positivos, pero pequeños con respecto a noviembre, excepto en la zona marina ubicada frente a Ensenada, en el Golfo de Vizcaíno y entre la desembocadura de Laguna San Ignacio y Bahía Magdalena, (anomalías: 0.1 a 0.4 mg/m³); el mayor incremento se observó cerca de la costa. En contraste, en el interior de Guerrero Negro, Bahía Magdalena y Bahía Almejas, la clorofila disminuyó entre -0.2 a -3 mg/m³.</p>
Golfo de California	<p>Situación en el mes: En el interior del Golfo la concentración fue mayor a 0.5 y 1 mg/m³. La isolínea de 0.5 mg/m³ fue perpendicular a la costa y se observó entre MZT y la región de Los Cabos, en tanto que la de 1 mg/m³ se detectó desde Isla Ángel de la Guarda, en la costa de Baja California, hasta la costa nayarita, aunque en el Alto Golfo el área limitada por esa isolínea fue más ancha que en el resto del cuerpo de agua. En algunas regiones muy puntuales de la costa oriental (Bahía de los Ángeles) así como frente a Isla Tiburón, Huatabampo y Los Mochis hubo hasta 9 mg/m³. En la desembocadura del Golfo se registraron entre 0.1 y 0.5 mg de clorofila por metro cúbico. Entre MZT y San Blas (Nay) la</p>

	<p>franja limitada por la isolínea de 0.5 mg/m³ midió alrededor de 20 km.</p> <p>Comparación con otros años: En gran parte del cuerpo de agua la clorofila fue ligeramente más baja que el promedio (-0.1 a -0.5 mg/m³), excepto en la zona de las Islas donde la reducción fue más grande (-0.5 a -1 mg/m³). En algunas zonas del Alto Golfo, la costa de Sonora y Sinaloa se detectaron anomalías positivas, mismas que fueron más evidentes en una superficie que abarca desde el sur de Isla Tiburón hasta Santa Rosalía y Mulegé en la costa de BCS, así como al sur de Guaymas.</p> <p>En la desembocadura del Golfo los cambios fueron relativamente pequeños (anomalía: 0 a -1 mg/m³).</p> <p>Comparación con el mes previo: Este mes destacaron dos áreas con diferentes características, la primera de ellas se observó al norte de una línea imaginaria que unió a Guaymas con Bahía Concepción, donde el contenido de chl_a fue menor que en noviembre, excepto en una zona ubicada al sur de la desembocadura del río Colorado, donde fue ligeramente mayor; cabe mencionar que la disminución fue más evidente en la zona de las Islas (-1 a -3 mg/m³). En la segunda área, que abarcó desde GYM hasta el paralelo 23° 45'N (al norte de MZT), aumentó el contenido de chl_a. En una pequeña franja, cuya anchura fue de aproximadamente 10 km, comprendida desde GYM hasta el paralelo 23° 58'N, el incremento fue de 1 a 3 mg/m³. Desde el paralelo 23° 45'N hasta la desembocadura del río Cuale, en el interior de Bahía Banderas, disminuyó el contenido de chl_a en una franja de 15 a 26 km de ancho.</p>
<p>Pacífico Central (Jalisco-Colima-Michoacán)</p>	<p>Situación en el mes La isolínea de 0.5 mg/m³ adoptó una forma triangular, que sugieren la presencia de un afloramiento que se extiende de cabo Corrientes a Manzanillo. En contraste, en el resto de la costa, la franja limitada por la isolínea de 0.5 mg/m³ va paralela a la costa con un ancho de menos de 10 km. En el litoral de Colima y Michoacán las concentraciones fueron menores a 0.5 mg/m³, y solo se detectó poco más de 1 mg/m³ en la desembocadura del Río Balsas.</p> <p>Comparación con otros años: La cantidad de clorofila en la costa de Jalisco fue menor a la normal, en cantidades variables entre 0.1 y 2.7 mg/m³, las anomalías negativas fueron más notables hacia Cabo Corrientes y el interior de Bahía Banderas. En el resto de la costa la disminución fue pequeña (anomalías -0.1 a -0.2 mg/m³). Solo se registraron valores positivos en la desembocadura del río Balsas, ubicado en la frontera de Michoacán y Guerrero (0.1-0.7 mg/m³).</p> <p>Comparación con el mes previo: En una pequeña área de forma triangular cuya base se extendió desde el río Cuale hasta el playón de Mismaloya, en tanto que por el mar llegó hasta el meridiano 106°O, aumentó la chl_a (0.2 a 2 mg/m³), mientras que desde ese playón hasta Acapulco disminuyó el contenido de pigmentos. La reducción fue más marcada entre el norte de Jalisco y Barra de Navidad en una estructura similar a un triángulo ubicada en la misma zona donde en noviembre se detectaron elevadas concentraciones, que aparentemente se habían originado en el interior de Bahía Banderas y que no se presentaron este mes. En la desembocadura del río Balsas la chl_a disminuyó hasta en poco más de 2 mg/m³.</p>
<p>Guerrero-Oaxaca</p>	<p>Situación en el mes: En casi toda la zona costera el contenido de pigmentos fue ligeramente mayor a 0.5 mg/m³, en una franja que midió menos de 10 km; sin embargo, al sur de Acapulco (ACA) y Puerto Escondido (PXM) se observó un filamento perpendicular a la costa, en tanto que al sureste de esa estructura, la isolínea se separó de la costa y dio lugar a una extensa área con concentraciones mayores a ese valor, que abarcó desde Chachahua (Oax.) hasta Centroamérica.</p> <p>Comparación con otros años: En gran parte de la costa la concentración de pigmentos fue ligeramente más baja que en otros años (-0.1 mg/m³), excepto en una zona localizada al sur de Acapulco así como entre Chachahua y Puerto Escondido donde fue más alta (0.1 a 1.2 mg/m³). Entre Puerto Escondido y Salina Cruz, también disminuyó la chl_a (0.1 a 2 mg/m³). En la zona marina se observaron estructuras con anomalías positivas variables entre 0.1 y 0.6 mg/m³ cuya forma sugiere que fueron parte de un giro anticiclónico que se originó en el Golfo de Tehuantepec.</p> <p>Comparación con el mes previo: Entre la desembocadura del río Balsas y Acapulco continuó la disminución de pigmentos en las inmediaciones de la costa (-0.1 a -0.5 mg/m³); sin embargo, entre ACA y SCX ocurrió lo contrario en una zona muy amplia, que se extendió hasta el paralelo 11°41'N. La forma de esta estructura sugiere que en ese mes se desprendieron giros del interior del Golfo de Tehuantepec que se desplazaron hacia el oeste; el incremento varió entre 0.1 mg/m³ (en la zona marina) y alrededor de 1 mg/m³ en el interior del GT, aunque en las inmediaciones de PXM y SCX fue mayor. En contraste disminuyó la concentración de pigmentos en Centroamérica y la región aledaña al Domo de Costa Rica.</p>
<p>Golfo de Tehuantepec</p>	<p>Situación en el mes: Desde Puerto Escondido hasta la frontera con Guatemala y por el sur, desde la costa hasta el paralelo 11° N, la concentración varió entre 0.5 y 1.5 mg/m³. La isolínea de 0.5 mg/m³ rodeó una estructura semicircular que se originó frente a SCX.</p> <p>Comparación con otros años: La concentración de pigmentos fue menor que en otros periodos similares en la costa comprendida entre PXM y las lagunas ubicadas al este de SCX, en cantidades variables entre 0.1 y 1.4 mg/m³. Por el contrario, en la zona central y la oriental, las anomalías fueron positivas (0.1 a 0.8 mg/m³) y se continuaron hasta la costa salvadoreña.</p> <p>Comparación con el mes previo: En todo el GT Se registró una mayor cantidad de pigmentos que en</p>

	<p>noviembre, variable entre 0.1 y 1 mg/m³. El incremento fue más grande en la región central y en la costa occidental del GT.</p>
Costa de Chiapas	<p>Situación en el mes: En este periodo se registraron valores mayores a 1 mg/m³ en una franja muy angosta, que se ensanchó frente a Puerto Chiapas y Salina Cruz.</p> <p>Comparación con otros años: En la costa norte, hasta el poblado de Juan Escutia, el contenido de clorofila fue ligeramente menor al promedio, pero desde allí hasta El Salvador fue más elevado.</p> <p>Comparación con el mes previo: Muy cerca de la costa se detectó una menor cantidad de pigmentos, pero en la zona marina hubo pequeños incrementos (0.1 a 0.4 mg/m³)</p>
Mar abierto	<p>Situación en el mes: La concentración de clorofila al oeste del meridiano 101 °O fue menor a 0.2 mg/m³, en tanto que al este y hacia el sur (paralelo 8 °N aproximadamente) el contenido fue mayor a 0.5 mg/m³. Estas estructuras se originaron frente al Domo de Costa Rica, desde donde se desplazaron hacia el oeste y se unieron con afloramientos que se formaron en el interior del GT.</p> <p>Comparación con otros años: El contenido de pigmentos fue más elevado (0.1 a 0.8 mg/m³) que en otros años desde El Salvador hasta la parte media del Golfo de Tehuantepec y frente a la costa de Guerrero. En el resto de la zona marina los cambios fueron mínimos (0 a -0.1 mg/m³)</p> <p>Comparación con el mes previo: En la zona marina al sur y sureste de ACA y al sur de Guatemala se observaron mayores concentraciones de pigmentos; como ya se mencionó, la forma de las estructuras sugiere que se formaron en el interior del GT, desde donde se desplazaron hacia el oeste.</p>

Región	Golfo de México y Mar Caribe
Costa de Tamaulipas	<p>Situación en el mes: En este mes las isolíneas de 1 y 0.5 mg/m³ fueron paralelas a la línea de costa. El ancho de la banda limitada por la isolínea 0.5 mg/m³ fue menor frente a Laguna Madre y se ensanchó hacia el norte por lo que tanto frente a la desembocadura del río Bravo midió alrededor de 50 km.</p> <p>Comparación con otros años: En la costa norte, aproximadamente entre la desembocadura de los ríos Bravo y Soto la Marina, se detectaron concentraciones menores que las normales (<-1 mg/m³) en una franja paralela a la costa; sin embargo, desde la desembocadura del Soto la Marina hasta la frontera con Veracruz se registraron valores más altos (0.1 a 1.5 mg/m³) en una zona extensa de forma ovalada que llegó hasta el meridiano 96° 3'O.</p> <p>Comparación con el mes previo: Se observó un aumento en la cantidad de pigmentos en casi toda la zona costera en una franja variable entre 20 y 40 km de ancho esta última parte se registró frente a Tampico. En contraste se detectaron valores más pequeños frente al vaso norte de Laguna Madre y sobre la zona marina.</p>
Costa de Veracruz	<p>Situación en el mes: La franja bordeada por la isolínea de 0.5 mg/m³ fue más amplia frente al litoral comprendido entre Tampico y Tuxpan (30 km), alcanzó su mayor anchura entre Coatzacoalcos y la frontera con Tabasco (~70 km). Las concentraciones fueron mayores a 1 mg/m³.</p> <p>Comparación con otros años: Se registraron concentraciones más elevadas que las normales para esta época, pero mientras desde la frontera con Tamaulipas hasta Coatzacoalcos fueron moderadas (0.1 a 1 mg/m³), entre este último puerto y la frontera con Tabasco fueron más intensas (+2 a +4.5 mg/m³).</p> <p>Comparación con el mes previo: La cantidad de clorofila se incrementó desde TAM hasta Cabo Rojo (0.1 a 1.5 mg/m³); por el contrario, desde esta última localidad hasta Coatzacoalcos, los pigmentos disminuyeron en una franja de ~30 km de ancho. La reducción fue más acentuada en algunas áreas: de Cabo Rojo a Vega de Alatorre, desde Antón Lizardo hasta Alvarado y al norte de Coatzacoalcos. Entre Coatzacoalcos y la frontera de Tabasco también se detectaron disminuciones elevadas (hasta -8 mg/m³), pero muy cerca de la costa. Fuera de esa franja la chl_a aumentó, pero en cantidades variables entre 0.1 y 0.3 mg/m³; excepto entre Coatzacoalcos y la desembocadura del Usumacinta donde el aumento fue de poco más de 3 mg/m³.</p>
Golfo de Campeche	<p>Situación en el mes: Se midieron entre 0.2 y 1 mg /m³ de chl_a en casi todo el Golfo. En este mes, como en noviembre, se registraron valores elevados en toda la costa (ver sección correspondiente).</p> <p>Comparación con otros años. En los extremos oriental y occidental de región marina, las concentraciones fueron ligeramente más altas que en otros años, las anomalías positivas se incrementaron desde la zona marina hacia la costa de Tabasco, donde alcanzaron los valores más altos.</p> <p>Comparación con el mes previo: En la mayor parte del Golfo aumentó el contenido de pigmentos, excepto muy cerca de la costa como se describe en la siguiente sección. Por otro lado, el aumento fue más notorio hacia el oriente y occidente del cuerpo de agua.</p>

<p>Costa de Tabasco-Campeche</p>	<p>Situación en el mes: En el Límite Estatal de Tabasco con Veracruz la concentración fue elevada hasta 3.0 mg/m³ y la franja donde se registraron esos valores se ensanchó en la desembocadura del río Usumacinta (midió 200 km si se considera la isolínea de 0.5 mg/m³) y frente a los Petenes (la isolínea de 0.5 mg/m³ se ubicó a 100 km) y se registraron valores de hasta 8 mg/m³). Comparación con otros años: Desde Coatzacoalcos hasta el extremo noroccidental de la península las anomalías fueron positivas (+2 a +9 mg/m³) en una franja limitada por la isolínea de 0.5 mg/m³ aledaña a la costa, que midió de 50 a 100 km; los valores más elevados se registraron en la desembocadura del río Coatzacoalcos y la anchura máxima en la del río Usumacinta (~100km); entre la boca de El Real y el norte de Yucatán esa franja se adelgazó paulatinamente. Por otro lado, la banda donde se observaron concentraciones altas (>2 mg/m³) quedó interrumpida entre la Boca del Carmen y la zona costera ubicada entre Atasta y la desembocadura del río Usumacinta, donde las anomalías fueron menores a 1.2 mg/m³, la forma de las estructuras sugiere que hay flujo de agua desde el interior de Laguna de Términos hacia el mar con dirección nor-noreste, y que se desplaza sobre la península de Atasta. Comparación con el mes previo: En la mayor parte de la costa se incrementó el contenido de pigmentos, excepto en algunas áreas muy pequeñas ubicadas entre Frontera y Boca del Carmen, entre Sabancuy y Champotón y frente a los Petenes. Fuera de la costa, el incremento fue de 0.5 a 2.5 mg/m³, en especial frente a Tabasco y el sur de Campeche.</p>
<p>Costa norte de Yucatán</p>	<p>Situación en el mes: Frente a las costas de Campeche la isolínea de 0.5 mg/m³ estuvo a 50 km de la línea., en ría Lagartos se detectaron cantidades de pigmentos mayores a 1 mg/m³. En esta región y en la costa de Tabasco y Campeche se presentaron las mayores concentraciones de pigmentos de todo el país. Comparación con otros años: En la costa noroccidental, desde Campeche hasta Puerto Progreso, las anomalías fueron positivas (0.1 a 2 mg/m³) y los valores se incrementaron desde el mar hacia la costa. En el margen oriental y principalmente frente a río Lagartos, las anomalías fueron negativas (-1 mg/m³). Comparación con el mes previo: En toda la costa norte disminuyó el contenido de pigmentos, aunque fue más notorio al este de Puerto Progreso (hasta -1.5 mg/m³).</p>
<p>Costa de Quintana Roo</p>	<p>Situación en el mes: Las concentraciones fueron muy bajas (<0.1 mg/m³) en toda la zona, excepto en el interior de las bahías de Chetumal, Ascensión y Espíritu Santo, donde se observaron más de 10 mg/m³. Comparación con otros años: Los cambios fueron mínimos con respecto a otros periodos similares, excepto en las bahías de Chetumal y Espíritu Santo donde hubo mayores cantidades de chl a (>+1mg/m³). Comparación con el mes previo: Hubo una disminución muy pequeña en el contenido de pigmentos en toda la costa de Quintana Roo, excepto en la bahía de Chetumal donde se incrementó un poco.</p>

Este boletín fue elaborado como parte del proyecto: *Laboratorio de Geomática: Boletín Hidroclimático de los Mares de México*

Análisis y redacción: Erik Márquez García y Laura Fernández Bringas

Fuentes de información:

Imágenes satelitales:

GIOVANNI-NASA: <http://disc.sci.gsfc.nasa.gov/giovanni>