

CLOROFILA-A. MARZO 2015

Condiciones generales en marzo de 2015

En el Océano Pacífico la franja donde se observaron las concentraciones de clorofila (CHLA) mayores a 0.5 mg/m³ fue estrecha y paralela a la costa; las mayores abundancias se observaron en el interior del Golfo de California (al norte de Loreto por la península y de Topolobampo por el continente) y en el de Tehuantepec. En algunas zonas pequeñas se registraron más de 10 mg/m³, como al norte de Isla Tiburón (Son.) y en las inmediaciones de Bahía Concepción (BCS). Mar adentro los pigmentos fueron escasos (0.08 a 0.1 mg/m³). En la costa occidental de Baja California, las concentraciones más elevadas se observaron al norte de Bahía Vizcaíno, entre Punta Eugenia y la Laguna San Ignacio y al SO de Bahía Magdalena. En el Golfo de California (GC) el contenido disminuyó desde el Alto Golfo (más de 5 mg/m³) hasta el vestíbulo (0.1 mg/m³), pero los valores más altos se registraron en las inmediaciones de las Grandes Islas (> 8 mg/m³) así como en una franja ubicada frente a la costa de Sinaloa y Nayarit. En el litoral comprendido entre Cabo Corrientes (Jal.) y Huatulco (Oax.), los pigmentos fluctuaron entre 0.1 mg/m³ y 7 mg/m³ y la franja cubierta por concentraciones elevadas fue más estrecha que en Sinaloa y Nayarit. En el Golfo de Tehuantepec (GT) se midieron entre 0.3 y 7.0 mg/m³ en el interior de una estructura alargada que se formó desde Salina Cruz (SCX) hacia mar abierto. Por otro lado, en la costa de Chiapas la zona donde la abundancia fue mayor a 0.5 mg/m³ fue muy angosta.

En el Golfo de México (GM), se detectaron concentraciones mayores a 0.5 mg/m³ en una franja angosta paralela a la costa, que abarcó desde Tamaulipas la laguna de Sontecomapan (Ver.) en tanto que desde Coatzacoalcos, Ver., hasta Puerto Progreso (Yuc.) esa área fue más ancha que en el resto de ese litoral. La abundancia de CHLA fue mayor en Laguna de Términos (>7 mg/m³), frente a la cd. de Campeche (> 10.0 mg/m³) y a los Petenes (>15 mg/m³).

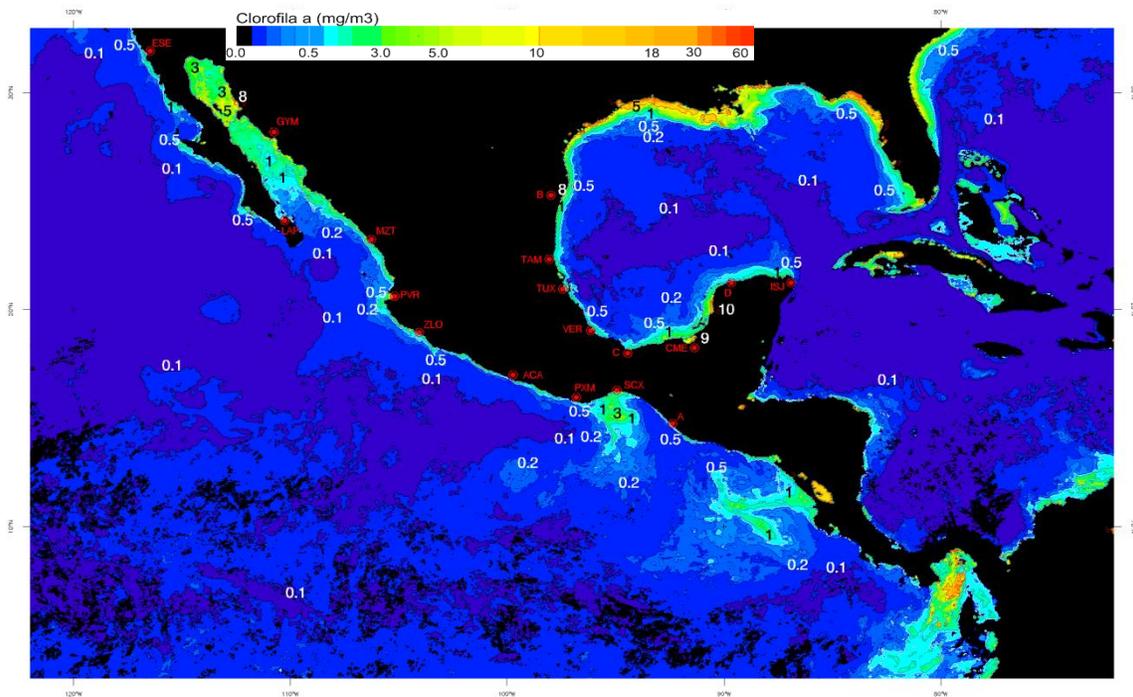


Fig. 1. Concentración de clorofila-a (mg/m³) registrada en marzo de 2015. Imágenes MODIS-Aqua. Base de datos GIOVANNI-NASA.

Comparación con otros años (anomalías simples¹)

En la mayor parte del Pacífico Mexicano, el contenido de pigmentos fue menor a la promedio (de -0.02 a -1 mg/m^3) con excepción de parte del GC y el GT donde las anomalías fueron positivas; la diferencia más notable se observó en la costa occidental de Baja California (-0.5 a -7.0 mg/m^3) y desde Bahía de Matanchén (Nay.) hasta Manzanillo (Col.). Mar adentro, las anomalías fueron menores a -0.1 mg/m^3 . En el GC, desde Puertecitos (BC) y Punta Lobos (Son.) hasta la bahía San Basilio (BCS) y Bahía Kino (Son) la CHLA fue más abundante de lo normal (desde uno hasta más de 5 mg/m^3); también hubo valores elevados en el centro y occidente del GT (>2 mg/m^3). En el GM, la franja cubierta por concentraciones elevadas de pigmentos fue menos ancha de lo normal y solo en la plataforma continental del norte de Texas y Luisiana, así como en el Golfo de Florida, se detectaron valores superiores al promedio (anomalías 2 a >10 mg/m^3). En la costa de Tamaulipas la abundancia de la CHLA fue menor a la normal entre -0.1 y -2.0 mg/m^3 , mientras que desde la laguna de Tamiahua hasta Campeche, el contenido de CHLA fue cercano al promedio (-0.09 a $+0.2$ mg/m^3). De manera similar, en la costa norte de Yucatán la abundancia fue cercana a lo normal (-1 mg/m^3 a 0.2 mg/m^3) así como en Quintana Roo.

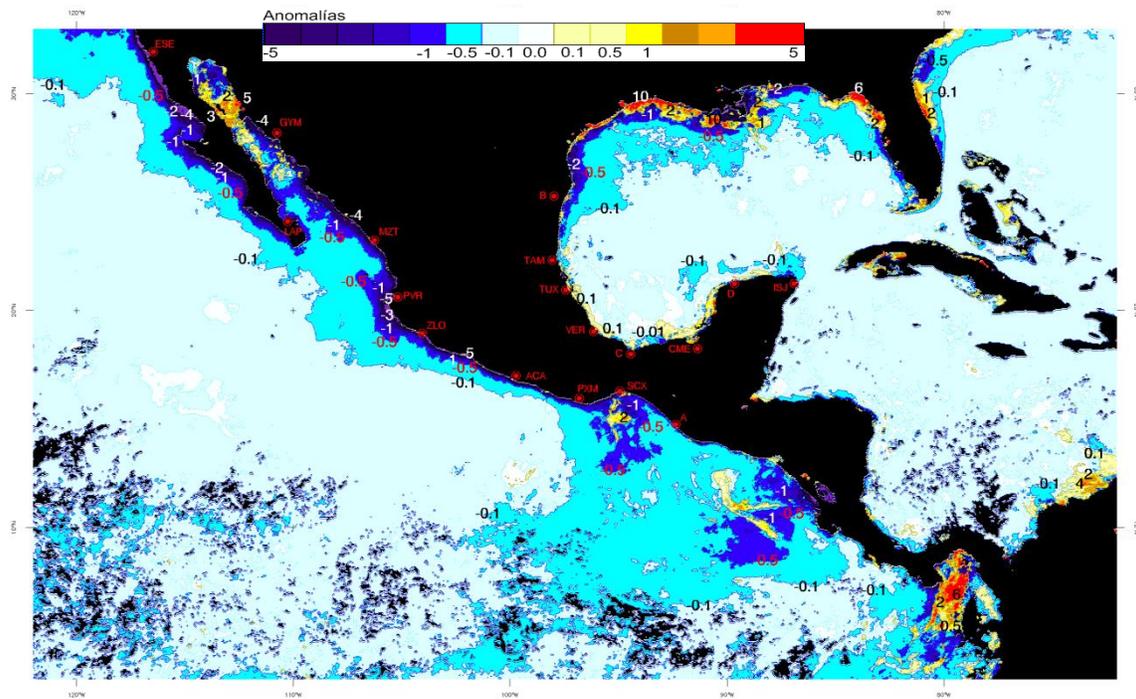


Fig.2.- Anomalías simples (mg/m^3) de clorofila-a. Marzo 2015. Imágenes MODIS-Aqua. Base de datos GIOVANNI-NASA.

Diferencia entre marzo y febrero de 2015

En el mes de marzo disminuyó la concentración de la CHLA entre -0.5 y -1.0 mg/m^3 , en casi todo el Pacífico Mexicano, con excepción de la zona de las Grandes Islas en el GC donde se incrementó entre 1 y 2 mg/m^3 . La disminución fue más acusada en la costa comprendida entre Ensenada y el norte de Bahía Vizcaíno, en el Golfo de Ulloa, el Alto Golfo, el litoral comprendido desde Sonora hasta Nayarit, la costa de Jalisco y la parte oriental del Golfo de Tehuantepec. Estas condiciones difirieron de las normales, ya que en ese caso los

¹ Periodo base: 2002-2011

pigmentos se incrementan en todo el litoral, excepto en la costa del Alto Golfo de California y desde Salina Cruz hasta la laguna de El Mar Muerto donde hay un pequeño decremento ($<0.2 \text{ mg/m}^3$). El aumento es más acusado en la costa occidental de Baja California, desde la frontera con EEUU hasta la parte media de Bahía de Vizcaíno ($>5 \text{ mg/m}^3$), así como desde Punta Eugenia hasta Las Barrancas (Golfo de Ulloa), en el Golfo de California, desde el sur de Puerto Peñasco hasta Guaymas y desde Manzanillo hasta Marquelia ($2 \text{ a } 3 \text{ mg/m}^3$).

En el Golfo de México también disminuyó la CHLA, en especial en la costa de Tamaulipas y Los Petenes (Camp.). En un área muy pequeña del Golfo de Campeche la concentración del pigmento aumentó menos de 2 mg/m^3 . En condiciones normales, la clorofila aumenta en la costa de Texas y Luisiana, mientras que en el litoral mexicano comprendido desde el vaso sur de Laguna Madre hasta Sabancuy (Camp.) disminuye ligeramente ($\sim 2 \text{ mg/m}^3$), en particular entre la desembocadura del río Coatzacoalcos hasta la frontera con Tabasco ($0.5 \text{ a } 2 \text{ mg/m}^3$) y en Laguna de Términos. En la costa norte de Campeche hay un pequeño incremento en la clorofila ($\sim 1 \text{ mg/m}^3$). En este mes el decremento fue más acusado de lo normal.

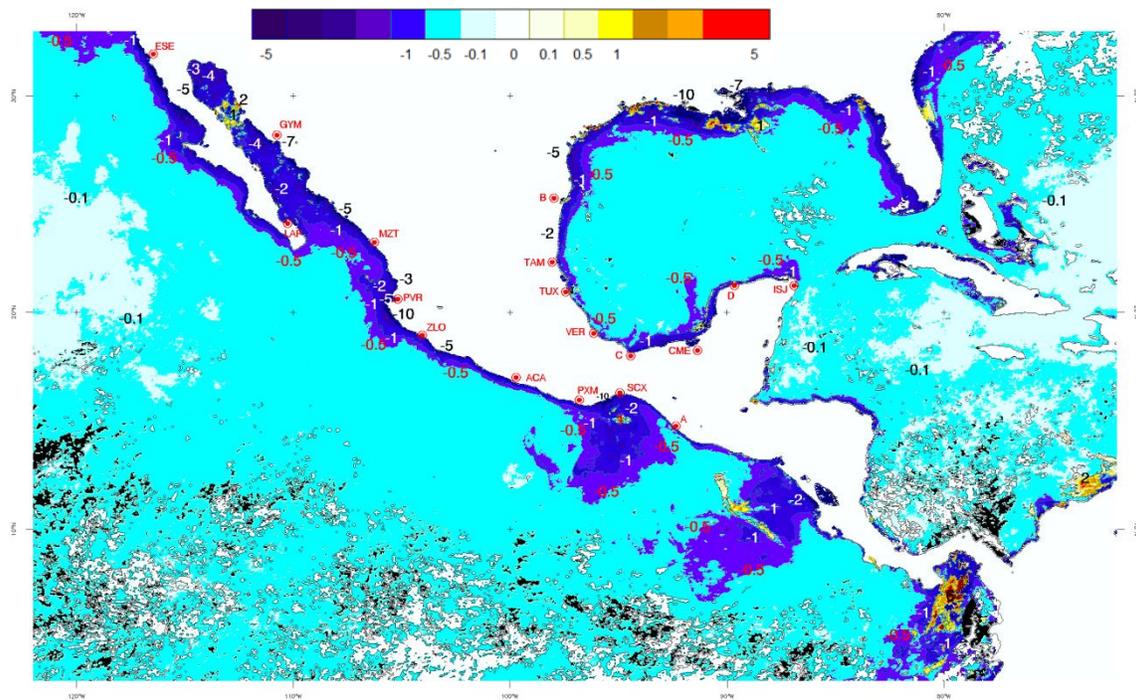


Fig. 3.- Diferencia de clorofila-a (mg/m^3) entre meses consecutivos. Marzo-febrero 2015.

MARZO 2015. REGIONES

Región	Pacífico Mexicano
Costa occidental de Baja California	<p>Situación del mes. Las concentraciones de CHLA se encontraron entre 0.5 y 1.7 mg/m³ en la mayor parte de la costa. Los pigmentos fueron más abundantes entre Ensenada y San Quintín, así como entre Punta El Rosario y Punta Canoas (en la parte norte de Bahía Vizcaíno) en el estado de Baja California. En el sur, las concentraciones más elevadas se observaron en el interior de Ojo de Liebre, desde Punta Eugenia hasta Bahía Asunción así como al SO de Bahía Magdalena. En la parte media de Bahía Vizcaíno así como desde Todos Santos hasta Cabo San Lucas, el contenido fue menor a 0.2 mg/m³ (Fig. 1).</p> <p>Comparación con otros años. En toda la costa la concentración de CHLA fue menor a la promedio (Fig. 2); las diferencias más acusadas se presentaron desde la frontera de México con EEUU hasta la parte media de Bahía Vizcaíno así como desde Bahía Asunción hasta Laguna San Ignacio, donde la anomalía fue de hasta -5 mg/m³. En el Golfo de Ulloa y desde Cabo San Lázaro hasta Cabo San Lucas las anomalías fueron de alrededor de -3 mg/m³.</p> <p>Comparación con el mes anterior. En todo el litoral la concentración de pigmentos disminuyó entre 0.1 y 1 mg/m³, en promedio; sin embargo, la disminución fue más notoria (>6 mg/m³) desde Ensenada hasta el norte de Bahía Vizcaíno, entre Punta Eugenia y la laguna San Ignacio así como en el interior y las inmediaciones del complejo lagunar Bahía Magdalena-Bahía Almejas (Fig. 3).</p>
Golfo de California	<p>Situación del mes. El contenido de CHLA se registró entre 3 y 11 mg/m³ desde la desembocadura del río Colorado hasta el extremo norte de la costa comprendida entre Sonora e Isla Tiburón (ver figura 1). Desde las Grandes Islas hasta Loreto (BCS), por la península, y hasta Topolobampo (Sin), por el continente, la abundancia fue mayor a 1 mg/m³ tanto en la costa como en la zona marina. Por otro lado, desde Loreto hasta Punta Arena, la cantidad de pigmentos varió entre 0.5 y 0.8 mg/m³; en tanto que en la costa de Sinaloa y Nayarit, entre 0.5 y 2 mg, aunque en algunas áreas hubo valores más grandes.</p> <p>Comparación con otros años. En este mes las concentraciones fueron menores a lo usual en el Alto Golfo así como en la costa de Sonora aledaña a Guaymas (GYM) y desde Loreto, por la península, y Topolobampo, en el continente, hasta el vestíbulo del GC (Fig. 2). En contraste, la cantidad de CHLA fue mucho mayor que el promedio desde Puertecitos (BC) y Punta Lobos (Son.) hasta la bahía San Basilio (BCS) y Bahía Kino (Son) donde las anomalías variaron desde 1 mg/m³ hasta más de 5 mg/m³.</p> <p>Comparación con el mes anterior. En el Alto Golfo la CHLA disminuyó entre 5 y 10 mg/m³, así como en la costa comprendida desde Isla Tiburón hasta el norte de Nayarit, así como en el interior de Bahía de Banderas (Fig. 3). En la península la disminución fue acusada (~4 mg/m³) desde Loreto hasta la Isla San José, ubicada en el norte de la Bahía de La Paz,. En el área del vestíbulo, comprendida desde al extremo sur de la península hasta Cabo Corrientes, la diferencia fue de -0.1 a -0.8 mg/m³.</p>
Pacífico Central (Jalisco-Colima-Michoacán)	<p>Situación del mes. La abundancia del pigmento fue mayor a 1 mg/m³ en una franja muy estrecha ubicada desde Bahía de Banderas hasta Bucerías, en Michoacán. En Bahía de Banderas se registraron concentraciones de 10 mg/m³ frente a Puerto Vallarta; también se detectaron valores elevados en el extremo norte del Playón de Mismaloya y en Barra de Navidad y en la desembocadura del río Balsas (>7 mg/m³). La forma de las isolíneas de 0.2, 0.3 y 0.5 mg/m³ sugiere que la dirección predominante de las corrientes sobre la plataforma continental era hacia el sureste (Fig. 1).</p> <p>Comparación con otros años. Desde Bahía de Banderas (Jal.) hasta el norte de Colima, la abundancia de los pigmentos fue menor a la promedio en cantidades variables desde 0.5 hasta poco más de 5 mg/m³, lo cual sugiere que la intensidad de las surgencias que se forma en esta temporada fue menor a la de otros años. Solo en las inmediaciones de Puerto Vallarta y Manzanillo hubo anomalías positivas (3 mg/m³), como se observa en la figura 2.</p> <p>Comparación con el mes anterior. A lo largo de toda la zona costera la CHLA en marzo fue entre -0.5 y -0.8 mg/m³ menor que en febrero. La disminución fue más acusada desde Cabo Corrientes hasta Manzanillo (4 a 8 mg/m³) en la zona donde normalmente se presenta una surgencia en este periodo (Fig. 3).</p>
Guerrero-Oaxaca	<p>Situación del mes. En una franja muy estrecha, paralela a la costa de ambos estados, las concentraciones variaron entre 0.5 y 3 mg/m³; las cantidades más elevadas se observaron frente a Zihuatanejo, desde Marquelia hasta algunos kilómetros al SE de la frontera entre Guerrero y Oaxaca (>5 mg/m³), así como desde Huatulco hasta Salina Cruz -SCX (0.5 a 3 mg/m³). Ver figura 1.</p> <p>Comparación con otros años. Las anomalías fueron negativas en toda costa en cantidades variables desde -0.5 hasta -3 mg/m³. La franja donde se detectaron estos valores fue estrecha hasta Puerto Escondido (Oax.), en donde se amplió (Fig. 2). Solo en el límite de los dos estados y al sur de SCX se observaron concentraciones mayores a la promedio (+1 a +2 mg/m³).</p> <p>Comparación con el mes anterior. En la zona costera la abundancia del pigmento disminuyó entre -0.5 y -1 mg/m³ en una franja de escasa anchura en casi toda la costa, excepto a partir de Puerto Escondido (Fig. 3). La disminución fue más acusada muy cerca de la orilla así como entre Huatulco y SCX (4 a 5 mg/m³).</p>
Golfo de Tehuantepec	<p>Situación del mes. Se observó un afloramiento en la parte central del Golfo, donde las concentraciones se registraron entre 0.3 y 4 mg/m³. Los pigmentos fueron más abundantes en la parte occidental del GT y desde SCX hacia mar adentro (hasta el paralelo 13.5° N) como se observa en la figura 1.</p> <p>Comparación con otros años. En gran parte del cuerpo de agua la CHLA fue escasa, excepto en una franja ubicada en el centro del GT donde hubo concentraciones entre 0.1 y 2 mg/m³, mayores al promedio. Las anomalías negativas fueron más acusadas en la porción media oriental del GT y en el litoral comprendido desde Puerto Escondido hasta SCX. Esta distribución de las anomalías sugiere que la intensidad de la surgencia fue menor a la usual.</p> <p>Comparación con el mes anterior. En casi todo el cuerpo de agua disminuyó la cantidad de pigmentos, en especial en la costa comprendida entre Huatulco y la laguna El Mar Muerto, donde el decremento fue de 4 a 6 mg/m³. En la zona delimitada por los meridianos 92.5° y 96.0° O y las latitudes 11°06' y 16° 07' N, el contenido de CHLA se redujo entre 0.6 y 2 mg/m³, como se observa en la figura 3.</p>
Costa de	<p>Situación del mes. Las concentraciones fueron inferiores a 0.3 mg/m³ desde el Mar Muerto hasta el paralelo 15° 26' N, desde ahí hasta Guatemala, variaron alrededor de 0.7 mg/m³ en una franja muy estrecha (Fig. 1).</p> <p>Comparación con otros años. En la costa chiapaneca la concentración de CHLA fue inferior al promedio (entre -0.5 y</p>

Chiapas	-2.0 mg/m ³ . Comparación con el mes anterior. La clorofila disminuyó en todo el litoral entre (Fig. 3) -0.1 y -0.6 mg/m ³ (Fig. 3).
Mar abierto	Situación en el mes: Las concentraciones que predominaron fueron menores a 0.5 mg/m ³ en la mayor parte del océano; sin embargo, hubo tres áreas donde se registraron hasta 5 mg/m ³ ; la de menor extensión estaba frente a la costa de Oaxaca; otra, de tamaño intermedio, se extendía desde la costa de Nicaragua hacia mar abierto, se ampliaba hacia El Salvador y Costa Rica, mientras que la de mayor tamaño se originaba en el Golfo de Panamá y se extendía hacia las Islas Galápagos (Fig. 1). Comparación con otros años: En casi toda la región las anomalías fueron negativas (-0.1 a -0.5 mg/m ³), especialmente en la zona marina frente a Nicaragua ((Fig. 2). Se observaron dos pequeñas zonas en las que se registraron mayores concentraciones de CHLA de lo normal, en algunas áreas ubicadas frente a El Salvador, Nicaragua y en el Golfo de Panamá, donde se registraron valores mayores a 2 mg/m ³ . Comparación con el mes previo: En casi toda la zona marina disminuyeron las concentraciones entre marzo y febrero (entre -0.1 y -0.5 mg/m ³), excepto frente a Nicaragua y en el Golfo de Panamá donde los pigmentos se incrementaron entre 1 y alrededor de 10 mg/m ³ .

Región	Golfo de México y Mar Caribe
Costa de Tamaulipas	Situación del mes. La concentración de pigmentos se encontró entre 0.2 y 3 mg/m ³ , en una franja angosta y paralela a la costa; los pigmentos fueron más abundantes cerca del continente que cerca del talud continental. En las desembocaduras del río Bravo y del vaso norte de Laguna Madre, hubo más de 3 y 5 mg/m ³ de CHLA, respectivamente (Fig. 1). Comparación con otros años. Las anomalías en la costa norte (de Matamoros a La Pesca) fueron negativas (-0.5 y -1.0 mg/m ³); sin embargo, en una pequeña zona ubicada frente al vaso norte de Laguna Madre hubo concentraciones mayores al promedio, variables entre 1 y 2 mg/m ³ . En la costa sur las anomalías se encontraron entre -0.1 a 0.1 mg/m ³ por lo que es posible suponer que la concentración era cercana al promedio ((Fig. 2). Comparación con el mes anterior. La concentración disminuyó entre 0.5 y 2.0 mg/m ³ en casi toda la plataforma continental por lo que fue más ancha en la costa norte que en el límite con Veracruz. Sin embargo, en las desembocaduras del río Bravo y del vaso norte de Laguna Madre aumentó la concentración del pigmento en alrededor de 4 mg/m ³ .
Costa de Veracruz	Situación del mes. La CHLA fue más abundante (1 a 2 mg/m ³) entre Tampico y Tecolutla, desde el puerto de Veracruz hasta la laguna de Alvarado, y desde Coatzacoalcos hasta la costa norte de Yucatán. En el resto de la región se registraron valores menores a 1 mg/m ³ . En laguna de Tamiagua se detectaron alrededor de 5 mg/m ³ de CHLA (Fig. 1). Comparación con otros años. En gran parte de la costa se registraron concentraciones similares o ligeramente superiores a lo normal (entre 0.05 y 0.3 mg/m ³); solo se observaron anomalías negativas en la laguna de Tamiagua, así como frente a la laguna de Sontecomapan y desde Coatzacoalcos hasta los límites con Tabasco (0.2 y -1.0 mg/m ³). Comparación con el mes anterior. En la zona norte del estado, desde la frontera con Tamaulipas hasta Tuxpan, la concentración de CHLA descendió entre -0.5 y -1.0 mg/m ³ , mientras que desde Tuxpan hasta el puerto de Veracruz la disminución fue menor a 0.5 mg/m ³ (Fig. 2). En la desembocadura de la laguna de Alvarado y desde la boca del río Coatzacoalcos hasta la frontera con Tabasco, la disminución de CHLA estuvo en el intervalo de 0.2 a 3 mg/m ³ .
Golfo de Campeche	Situación del mes. En la zona marina la concentración de pigmentos varió entre 0.08 y 0.5 mg/m ³ . Las áreas donde los pigmentos fueron más abundantes se encontraron cerca a la costa norte de Campeche. Cabe señalar que la forma de las isolíneas de concentración sugiere que había advección desde la costa norte de Yucatán así como una zona de confluencia frente a la región comprendida desde Coatzacoalcos hasta la desembocadura del río Usumacinta (Fig. 1). Comparación con otros años. Debido a su signo y magnitud, se detectaron tres tipos de condiciones; dentro de la primera se ubicó a laguna de Términos, ya que allí las concentraciones fueron más elevadas de lo normal desde 1 hasta 8 mg/m ³ ; el segundo tipo correspondió a la parte costera, donde las anomalías fueron muy pequeñas (0.1 a 0.2 mg/m ³), excepto frente a la cd de Campeche y Los Petenes (ver siguiente cuadro). La tercera correspondió al resto del golfo, donde las concentraciones fueron entre -0.1 y -2 mg/m ³ menores al promedio (Fig. 2). Comparación con el mes anterior. En la mayor parte del Golfo de Campeche la diferencia entre febrero y marzo, varió entre -0.1 y -0.5 mg/m ³ , y sólo en la zona central, a poca distancia de Champotón, los pigmentos aumentaron en aproximadamente 1 mg/m ³ (Fig. 3).
Costa de Tabasco-Campeche	Situación del mes. En esta región la abundancia de la CHLA fue mayor a 0.5 mg/m ³ en una franja cuya anchura fue la más amplia de la porción mexicana del GM y que abarcó desde Coatzacoalcos (C) hasta Puerto Progreso (D). En el límite de Tabasco con Campeche, así como frente a los Petenes (Camp.), el contenido de los pigmentos fue mayor a 5 mg/m ³ . Frente al delta del río Grijalva-Usumacinta hubo cantidades variables entre 2 y 5 mg/m ³ . Por otro lado, en la Laguna de Términos se midieron alrededor de 7 mg/m ³ (Fig. 1). Comparación con otros años. Desde la frontera con Tabasco hasta la Isla del Carmen, Camp., las anomalías fueron positivas (0.5 mg/m ³), mientras que en la desembocadura de los ríos Grijalva, San Pedro y San Pablo, se incrementaron aproximadamente 2 mg/m ³ . En contraste, desde Champotón (Camp.), hasta Celestún (Yuc.), la concentración del pigmento fue inferior al promedio entre -0.1 y -0.5 mg/m ³ en las inmediaciones de la costa, pero mar adentro ocurrió lo contrario ya que fue alrededor de 1 mg/m ³ más grande que lo normal. Frente a la cd de Campeche y a los Petenes las anomalías variaron entre +1.0 y + 4.0 mg/m ³ . Comparación con el mes anterior. Se observaron diferencias negativas sobre la plataforma continental desde los límites de Veracruz y Tabasco hasta Laguna de Términos, así como desde la cd de Campeche hasta el extremo norte de Los Petenes (-0.1 a - 4 mg/m ³). La disminución más acusada se presentó en las desembocaduras de los ríos Grijalva-Usumacinta, San Pedro y San Pablo.

<p>Costa norte de Yucatán</p>	<p>Situación del mes. En esta zona se observó una franja donde la abundancia de la CHLA fue mayor a 0.5 mg/m^3, que abarcó desde Puerto Progreso (D) hasta el límite con Quintana Roo; aunque hubo diferencias a lo largo del litoral, ya que los pigmentos fueron más abundantes desde el Parque Nacional de San Felipe hasta Isla Holbox (Fig. 1).</p> <p>Comparación con otros años. En la zona se presentó una franja angosta con anomalías positivas, pero muy pequeñas (0.1 mg/m^3); sin embargo, en los extremos oriental y occidental así como en mar abierto (en especial al norte de isla Holbox) hubo valores negativos (entre -0.1 y -0.5 mg/m^3), lo que indica que los pigmentos fotosintéticos fueron menos abundantes de lo normal (Fig. 2).</p> <p>Comparación con el mes anterior. En esta zona, las diferencias de concentración de CHLA entre marzo y febrero fueron negativas (-0.5 a -3.0 mg/m^3) a lo largo de una franja delgada cercana a la costa en el extremo oeste de la costa y cuya anchura aumentó desde Dzilam hasta el extremo oriental (Fig. 3).</p>
<p>Costa de Quintana Roo</p>	<p>Situación del mes. Las concentraciones fueron menores a 0.1 mg/m^3 en toda la costa de Quintana Roo, sólo en la parte norte de la isla de Cozumel, la concentración fue de 0.3 mg/m^3 (Fig. 1).</p> <p>Comparación con otros años. En la costa de Quintana Roo no se presentaron cambios significativos con respecto a la concentración promedio, dado que el valor de las anomalías fue de alrededor de -0.02 mg/m^3 (Fig. 2).</p> <p>Comparación con el mes anterior. En esta región las diferencias de concentración del pigmento entre febrero y marzo fueron mínimas (-0.1 a -0.03 mg/m^3).</p>

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

Análisis y redacción: María del Carmen Jiménez Quiroz, Mario Vásquez Ortiz, y Georgina Ramírez Soberón

Fuentes de información:

Imágenes satelitales:

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