

CLOROFILA a

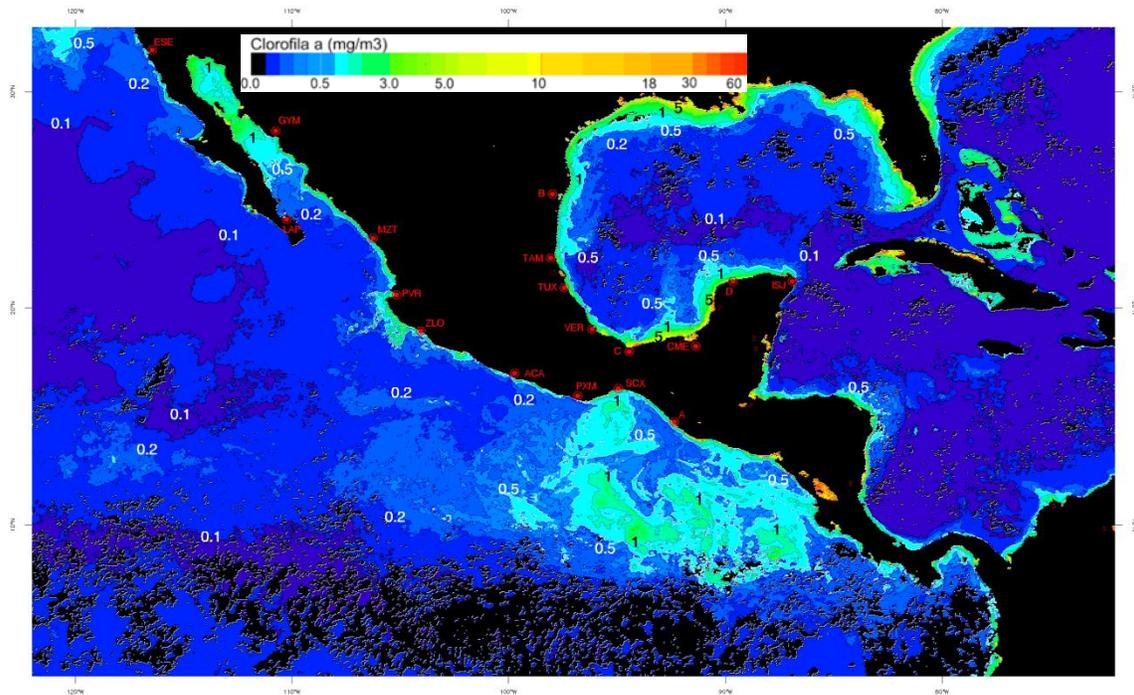


Fig. 1. Concentración de clorofila a registrada en noviembre. Imágenes MODIS-Aqua. Base de datos GIOVANNI-NASA. Unidades mg/m^3 .

Condiciones generales: En el Pacífico Mexicano el contenido de pigmentos fotosintéticos (clorofila a) se registró entre $0.1 \text{ mg}/\text{m}^3$ en mar abierto y $1 \text{ mg}/\text{m}^3$. En algunas pequeñas regiones de la costa occidental y oriental del Golfo de California y frente a Isla Tiburón se detectaron valores mayores a $3 \text{ mg}/\text{m}^3$. La isolínea de $0.5 \text{ mg}/\text{m}^3$, 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, frente Jalisco y el norte de Colima, así como en el Golfo de Tehuantepec y frente a Centroamérica donde se detectó más de $1 \text{ mg}/\text{m}^3$. En el Golfo de México, la franja delimitada por la isolínea de $0.5 \text{ mg}/\text{m}^3$ es más ancha que en el Pacífico, en especial, en la costa tamaulipeca y entre Coatzacoalcos e Isla Mujeres; en la primera se cuantificaron hasta $1.6 \text{ mg}/\text{m}^3$, en tanto que en la costa de Tabasco y Campeche más de $5 \text{ mg}/\text{m}^3$, los cuales, sin embargo, deben ser tomados con reservas porque fueron observados muy cerca de la costa por lo que podrían ser sedimentos, materia orgánica o cualquier otro elemento que modifique el color del agua.

En la mayor parte del Pacífico Mexicano la concentración de pigmentos fue menor a la que normalmente ha sido observada en este mes¹, en especial en la costa occidental de la península de Baja California, desde la frontera México-EEUU hasta Bahía Almejas, en el interior del Golfo de California, donde, con la excepción de la zona de las islas, las anomalías fueron de hasta $-0.5 \text{ mg}/\text{m}^3$ y en el Golfo de Tehuantepec donde se midieron desde 0.1 hasta $1.9 \text{ mg}/\text{m}^3$ menos que en otros años. Por el contrario, en la costa de Jalisco y el norte de Colima las anomalías fueron positivas aunque muy pequeñas ($>0.1 \text{ mg}/\text{m}^3$). En el Golfo de México se registraron concentraciones levemente más altas ($>0.1 \text{ mg}/\text{m}^3$) que en otros años en casi todo el litoral, excepto en algunos lugares de la costa de Tabasco y el sur de Campeche, donde se detectaron más de $2 \text{ mg}/\text{m}^3$. En la costa norte de Campeche y el noroccidente de la península de Yucatán se registraron cantidades inferiores a las normales (hasta $-3 \text{ mg}/\text{m}^3$), en tanto que en el Caribe la concentración solo fue unas décimas de miligramo inferior a la usual. Por otro lado, en comparación con octubre se observó un pequeño incremento en el contenido de pigmentos en varias regiones del Pacífico, así como en el interior del Golfo de California, en una región comprendida entre las islas Ángel de la Guarda y Tiburón, en el norte del cuerpo de agua, y la isla San José, localizada al sur del Golfo, frente de la costa de Jalisco y el norte de Colima, así como en el Golfo de Tehuantepec (0.1 - $0.8 \text{ mg}/\text{m}^3$). Por el contrario, en la mayor parte de la costa occidental de Baja California así como en el Alto Golfo, la costa comprendida desde el sur de Colima hasta Puerto Angel y desde Salina Cruz hasta la frontera con Guatemala disminuyeron los pigmentos, aunque la reducción fue más evidente frente a Acapulco y el sur de Chiapas. En el Golfo de México se incrementó la clorofila, excepto al norte de la ciudad de Campeche donde se redujo alrededor de $1 \text{ mg}/\text{m}^3$.

¹ Periodo de referencia: 2002-2011

| Región | Pacífico Mexicano |
|---|--|
| Costa occidental de Baja California | <p>Situación en el mes: En la mayor parte de la costa de esta región la concentración se encontró entre 0.2 y 0.5 mg/m³. En este mes solo hubo cantidades mayores a 0.5 mg/m³ al norte de la Bahía del Vizcaíno, frente a Guerrero Negro y en el Golfo de Ulloa, donde la franja donde se registraron estos valores fue muy estrecha. En contraste, en el interior de la laguna de Guerrero Negro y Bahía Magdalena se detectaron valores mayores a 3 mg/m³.</p> <p>Comparación con otros años: En la costa comprendida entre la frontera de México con EEUU hasta bahía Almejas se registraron concentraciones ligeramente más bajas que en otros periodos (anomalía: -0.1 a -0.5 1 mg/m³). Las anomalías negativas fueron más notorias en la costa del estado de Baja California. En contraste, entre bahía Almejas y Cabo San Lucas los cambios fueron mínimos.</p> <p>Comparación con el mes previo: El contenido de pigmentos fue ligeramente inferior al registrado en octubre; las diferencias se encontraron entre 0 y -0.1 mg/m³, excepto en el interior de Bahía Magdalena y Bahía Almejas donde el incremento fue de hasta 2 y 4 mg/m³, respectivamente.</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, al norte de Bahía Concepción (BCS) en tanto que la de 1 mg/m³ fue perpendicular a Guaymas (Son). En algunas regiones muy puntuales de la costa oriental (Bahía de los Ángeles y Bahía Concepción) así como frente a Isla Tiburón hubo más de 3 mg/m³. En la desembocadura del Golfo se registraron entre 0.1 y 0.2 mg de clorofila por metro cúbico, excepto cerca de la costa sinaloense donde la franja limitada por la concentración de 0.5 mg/m³ midió alrededor de 10 km, en tanto que frente a Nayarit casi 30 km.</p> <p>Comparación con otros años: En gran parte del cuerpo de agua la chl a fue ligeramente menos abundante que lo normal (<0.1 mg/m³), excepto en la costa de Sonora y Sinaloa donde las diferencias variaron entre -0.5 y -2.5 mg/m³ y fueron más notorias en la costa de Sonora, así por ejemplo en GYM se registraron 4 mg/m³ menos que en otros años. En la costa de Baja California también se encontraron anomalías negativas, pero en una menor área que frente al continente. En la desembocadura del Golfo los cambios fueron relativamente pequeños (anomalía: 0 a -1 mg/m³).</p> <p>Comparación con el mes previo: Hubo un incremento muy pequeño en la cantidad de clorofila en las costas oriental y occidental del Alto Golfo, así como en una región limitada, en el norte, por la isolínea de 0.1 mg/m³ perpendicular a la costa ubicada entre las coordenadas 30° 35' N-113° 5'O y 29° 47' N-114° 15' O, y en el sur, por una isolínea similar localizada entre isla San José (BCS) y Altata (Sin).</p> |
| Pacífico Central (Jalisco-Colima-Michoacán) | <p>Situación en el mes Se observó un afloramiento de fitoplancton con forma triangular, cuyo vértice superior se encuentra en Bahía de Banderas y su base muy cerca de Manzanillo (ZLO), donde el contenido de pigmentos varió entre 0.5 y 1 mg/m³, aunque en algunos puntos localizados en el interior de la bahía y a lo largo de la costa de Jalisco se midieron hasta 7 mg/m³. La “base” del triángulo que forma el afloramiento midió alrededor de 125 km de longitud. En el resto de la costa de Colima y gran parte de la de Michoacán la franja cubierta por valores superiores a 0.5 mg/m³ estuvo muy cerca de la costa, aunque se ensanchó en la desembocadura del río Balsas donde se observaron hasta poco más de 3 mg/m³.</p> <p>Comparación con otros años: La cantidad de chl a en gran parte de la costa superó al promedio en cantidades variables entre 0.1 y 6 mg/m³. Las anomalías positivas fueron observadas formando dos estructuras; la primera fue perpendicular a la costa y se prolongó desde el centro de Bahía Banderas hasta las coordenadas 20° 33'N- 106° 45'O, aunque en el resto de la bahía las anomalías fueron negativas. La forma de la segunda estructura fue triangular y coincidió con el afloramiento descrito en el párrafo anterior. En la costa comprendida entre ZLO y Playa Azul (Mich) las anomalías fueron negativas (-0.5 a -2 mg/m³), mientras que en la desembocadura del río Balsas, localizada en la frontera de Michoacán y Guerrero, hubo más pigmentos que en otros años (0.1-2 mg/m³).</p> <p>Comparación con el mes previo: En este mes aumentó el contenido de pigmentos desde Bahía Banderas hasta ZLO, así como en algunas zonas costeras ubicadas entre este puerto y la desembocadura del río Balsas; cabe señalar que el incremento en la costa de Jalisco y el norte de Colima fue muy notable (0.1 a 3 mg/m³) y ocurrió en un área más grande que el afloramiento descrito en los párrafos anteriores. En la costa sur de Colima y Michoacán se intercalaron las zonas donde hubo mayor y menor cantidad de pigmentos que en octubre, aunque en ambos casos la diferencia entre ambos meses fue pequeña.</p> |
| Guerrero-Oaxaca | <p>Situación en el mes: En toda la zona costera el contenido de pigmentos fue menor a 0.5 mg/m³, solo desde el municipio de Tecpan de Galeana (Gro.) hasta las lagunas de Chachahua (Oax.) se registraron concentraciones mayores a ese valor en una franja muy estrecha y cercana a la costa.</p> <p>Comparación con otros años: En toda la costa la concentración de pigmentos fue ligeramente más baja que en otros años (-0.1 mg/m³). La disminución fue más notoria en una franja que abarcó los primeros dos o tres kilómetros a partir de la línea de costa, excepto a partir de Puerto Escondido, ya que a partir de ese punto se amplió esa zona.</p> |

| | |
|-----------------------------|--|
| | <p>Comparación con el mes previo: Entre la desembocadura del río Balsas y Puerto Angel hubo menos pigmentos que en octubre; la diferencia fue más evidente entre Acapulco y las lagunas de Chachahua donde fue de hasta -2 mg/m^3, en tanto que en el resto de la costa varió entre -0.1 y -0.4 mg/m^3.</p> |
| Golfo de Tehuantepec | <p>Situación en el mes: Desde Puerto Escondido hasta Salina Cruz (SCX) se registraron valores mayores a 0.5 mg/m^3. La isolínea de ese valor rodea una estructura semicircular (área aproximada: $83\,443.510 \text{ km}^2$) que se origina frente a SCX y que en mar abierto está limitada por una amplia zona de elevadas concentraciones que se origina frente a Costa Rica y Nicaragua. Por otro lado, en la costa comprendida entre Puerto Angel y SCX, así como en una área ubicada frente a SCX se observa otro polígono limitado por la isolínea de 1 mg/m^3, pero en el que se detectaron cantidades aún más grandes, cuya superficie fue de alrededor de $8\,141.325 \text{ km}^2$.</p> <p>Comparación con otros años: La concentración de pigmentos fue menor que en otros periodos similares. La diferencias abarcaron desde -0.1 hasta -8 mg/m^3 en la costa occidental del Golfo ubicada entre Puerto Ángel y SCX. Estos resultados sugieren que la biomasa del afloramiento que se produjo este mes fue menor que la de otros periodos similares.</p> <p>Comparación con el mes previo: Se registró una mayor cantidad de pigmentos que en octubre, variable entre 0.1 y 1.9 mg/m^3 en un polígono cuyo vértice superior se encontró en SCX y que se extendió hasta el paralelo 11°N. En octubre aparentemente no hubo afloramientos fitoplanctónicos. En la estructura que se formó en el Domo de Costa Rica se registraron áreas tanto con mayor, como con menor contenido de chl a que en octubre.</p> |
| Costa de Chiapas | <p>Situación en el mes: La banda limitada por la isolínea de 0.5 mg/m^3 fue muy angosta y midió 20 km en promedio.</p> <p>Comparación con otros años: El contenido de clorofila fue ligeramente menor que en otros años (anomalía -0.1 a -0.9 mg/m^3).</p> <p>Comparación con el mes previo: Se detectó una menor cantidad de pigmentos, especialmente cerca de Puerto Chiapas, donde la disminución fue de hasta 2 mg/m^3.</p> |
| Mar abierto | <p>Situación en el mes: La concentración de clorofila al oeste del meridiano 100°O fue menor a 0.2 mg/m^3, en tanto que al este y al norte del paralelo 7°N, hubo varias zonas donde varió entre 0.5 y 3 mg/m^3. Estas estructuras posiblemente se originaron en el Domo de Costa Rica, desde donde se desplazaron hacia el oeste.</p> <p>Comparación con otros años: El contenido de pigmentos fue más elevado (0.1 a 2 mg/m^3) que en otros años en la estructura que se formó en el Domo de Costa Rica y que se encontró al sur y sureste del afloramiento del Golfo de Tehuantepec.</p> <p>Comparación con el mes previo: Al oeste del meridiano 100°O, se observaron algunas zonas donde aumentó o disminuyó la cantidad de pigmentos, en tanto que en la estructura que presumiblemente se formó en el Domo de Costa Rica también hubo áreas donde aumentó o disminuyó el contenido de clorofila.</p> |

| Región | Golfo de México y Mar Caribe |
|----------------------------|--|
| Costa de Tamaulipas | <p>Situación en el mes: La isolínea de 0.5 mg/m^3 fue paralela a la línea de costa y estuvo muy próxima a la isoterma de 26°C, ubicada en el meridiano $96^\circ\,56'\text{O}$. En la desembocadura del río Bravo la franja delimitada por esa isolínea midió casi 60 km de ancho en tanto que frente a Tampico poco más de 43 km. Casi frente a Tampico se observó una estructura triangular perpendicular a la costa posiblemente relacionada con procesos hidrodinámicos de mesoescala. En la costa norte y al sur del paralelo $24^\circ\,15'$ se observaron concentraciones mayores a 1 mg/m^3.</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 ligeramente menores que las normales ($< -0.1 \text{ mg/m}^3$) en una franja estrecha e inmediata a la costa; sin embargo, desde la desembocadura del Soto la Marina hasta la frontera con Veracruz se registraron valores un poco más altos ($> 0.1 \text{ mg/m}^3$), excepto frente a Tampico donde la diferencia fue de $+1 \text{ mg/m}^3$. Entre Tampico y Punta Jerez se observó una estructura perpendicular a la costa donde la clorofila fue ligeramente más abundante (0.1 a 0.49 mg/m^3) que en otros años.</p> <p>Comparación con el mes previo: Se observó un aumento en la cantidad de pigmentos en toda la zona costera y parte de la marina (hasta el meridiano $95^\circ\,50'\text{O}$). El incremento fue más notable desde el vaso sur de Laguna Madre hasta la frontera México-EEUU.</p> |
| Costa de Veracruz | <p>Situación en el mes: La franja limitada por la isolínea de 0.5 mg/m^3 se ensanchó paulatinamente de norte a sur, por lo que cerca de Tuxpan midió alrededor de $\sim 27 \text{ km}$, frente a Veracruz $\sim 41 \text{ km}$ y frente a Coatzacoalcos $\sim 62 \text{ km}$. Las concentraciones fueron mayores a 1 mg/m^3 en casi toda la costa, aunque hubo dos áreas donde la concentración superó los 5 mg/m^3, la primera de ellas se encontró frente a la laguna de Alvarado y la segunda entre Coatzacoalcos y la frontera con Tabasco.</p> |

| | |
|----------------------------------|---|
| | <p>Comparación con otros años: Se registraron concentraciones más elevadas que las normales para esta época (0.1 a 1 mg/m³), particularmente frente a Alvarado y a Coatzacoalcos, donde las anomalías fueron de +3 a +4 mg/m³ y de +1.5 a +10 mg/m³, respectivamente.</p> <p>Comparación con el mes previo: Se observaron varias zonas donde se incrementó la cantidad de clorofila hasta en 4 mg/m³. Estas zonas se ubicaron al sur de Cabo Rojo, frente al puerto de Veracruz, frente a la laguna de Alvarado y entre Coatzacoalcos y la frontera con Tabasco. Entre estas zonas se observaron algunas áreas donde disminuyó el contenido de pigmentos, la más notoria se encontró frente a Coatzacoalcos.</p> |
| Golfo de Campeche | <p>Situación en el mes: Se midieron entre 0.2 y 0.5 mg /m³ de chl a en casi todo el Golfo. En este mes se registraron valores elevados en toda la costa (ver sección correspondiente),</p> <p>Comparación con otros años. Se observó una franja perpendicular a la costa desde la desembocadura del río Usumacinta donde la concentración de clorofila fue normal (anomalía: +0.1 mg/m³), pero en el resto del cuerpo de agua se registraron anomalías negativas que variaron entre -0.1 y -1 mg/m³, particularmente al sur y oriente del cuerpo de agua.</p> <p>Comparación con el mes previo: En la mayor parte del Golfo se observó un pequeño incremento en el contenido de pigmentos, excepto en la costa noroccidental de la península de Yucatán donde fue menor que en octubre.</p> |
| Costa de Tabasco-Campeche | <p>Situación en el mes: En la frontera de Tabasco con Veracruz la concentración fue elevada y la franja donde se registraron esos valores se ensanchó en la desembocadura del río Usumacinta (midió 101 km si se considera la isolínea de 0.5 mg/m³ y 75 km, la de 1 mg/m³) y frente a los Petenes (a 89.7 km se ubica la isolínea de 0.5 mg/m³ y a 80 km la de 1 mg/m³). En algunas partes de estas dos regiones se cuantificaron más de 5 mg/m³ e incluso en Los Petenes se detectaron más de 10 mg/m³. Frente a la desembocadura del río Usumacinta y la boca de El Carmen, que comunica Laguna de Términos con el mar, se observa una pluma donde las concentraciones fueron mayores a 0.5 mg/m³. En esta zona se presentaron las mayores concentraciones de pigmentos de todo el país.</p> <p>Comparación con otros años: Desde la frontera de Tabasco con Veracruz y la cd. de Campeche, las anomalías fueron positivas (+0.1 a +3 mg/m³) en una franja aledaña a la costa que midió de 20 a 30 km, excepto en la desembocadura del río Usumacinta, donde se prolongó mar adentro. Sin embargo, mar adentro los valores fueron menores hasta en 1.5 mg/m³, excepto frente a Sabancuy y Los Petenes, donde la diferencia fue mucho más grande (<-5 mg/m³).</p> <p>Comparación con el mes previo: En la misma región donde se detectaron anomalías positivas se incrementó la cantidad de pigmentos entre octubre y noviembre. En contraste, al norte de la cd de Campeche, frente a la región de los Petenes, se registró una disminución variable entre 0.5 y 8 mg/m³.</p> |
| Costa norte de Yucatán | <p>Situación en el mes: Frente al extremo occidental la isolínea de 0.5 mg/m³ estuvo a 97 km de la línea de costa, mientras que frente a río Lagartos, ubicado en el extremo oriental, a 60 km. En esta zona se detectaron cantidades de pigmentos mayores a 1 mg/m³. En la costa comprendida desde Tabasco hasta Yucatán se presentaron las mayores concentraciones de pigmentos de todo el país.</p> <p>Comparación con otros años: Aproximadamente en la mitad izquierda de la costa yucateca (desde las coordenadas 21°33'N, 88° 46' O) los valores fueron <i>normales</i> (anomalía: 0.1 mg/m³), en tanto que en la costa occidental y principalmente frente a río Lagartos, fueron más bajos (-1 mg/m³).</p> <p>Comparación con el mes previo: En la porción izquierda de la costa yucateca aumentaron los pigmentos, en tanto que en las regiones central y oriental disminuyeron. Sin embargo, esa reducción estuvo restringida a una franja de unos cuantos kilómetros de ancho, aledaña a la costa.</p> |
| Costa de Quintana Roo | <p>Situación en el mes: Las concentraciones fueron muy bajas (<0.5 mg/m³) en toda la zona, excepto en el interior de las bahías de Chetumal, Ascensión y Espíritu Santo, donde se observaron hasta 10 mg/m³.</p> <p>Comparación con otros años: Los cambios fueron mínimos con respecto a otros periodos similares, excepto en las bahías de Chetumal, donde hubo anomalías positivas y negativas, y Espíritu Santo donde fueron muy elevadas (+2 a +10 mg/m³).</p> <p>Comparación con el mes previo: Hubo una disminución muy pequeña en el contenido de pigmentos en toda la costa de Quintana Roo. En la bahía de Chetumal se registraron entre 1 y 4 mg/m³ menos que en octubre, en tanto que la bahía de Espíritu Santo hubo un incremento superior a 5 mg/m³.</p> |

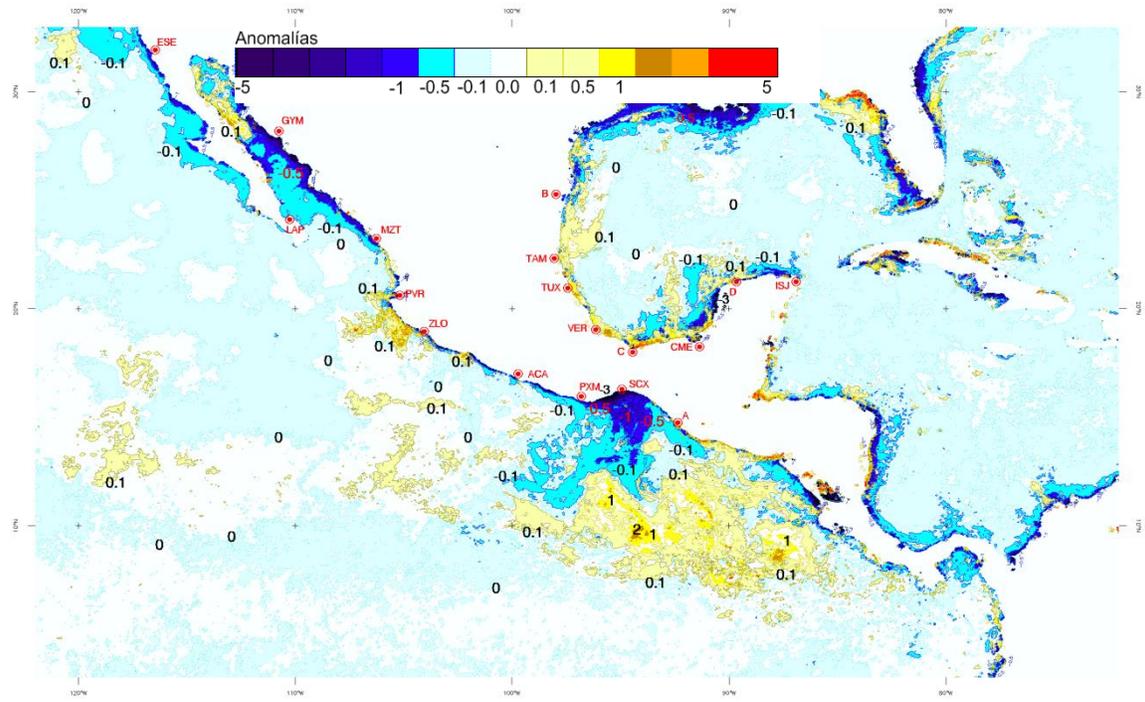


Fig.2.- Anomalías de la clorofila con respecto al periodo (2002-2011). Noviembre 2013. Unidades: mg/m^3 .

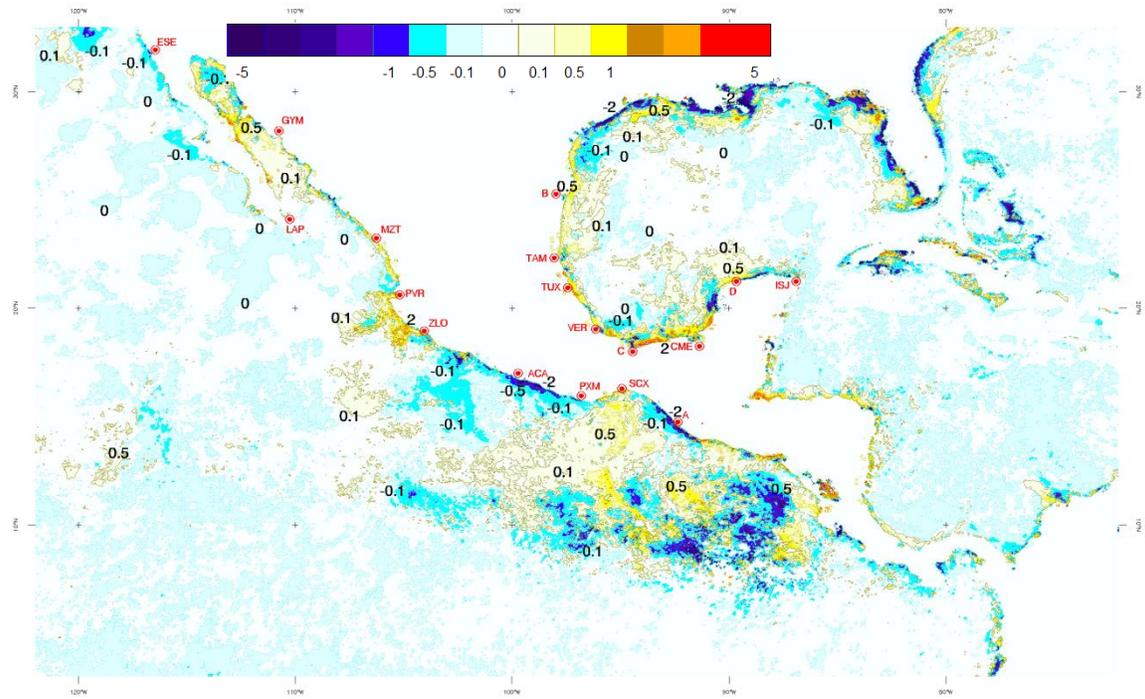


Fig. 3.- Diferencia en la concentración de clorofila-a entre meses consecutivos (noviembre-octubre de 2013). Unidades: mg/m^3 .