



C O N A B I O

México, D.F., a 16 de enero de 2013  
Of. DTAP/012/2013

**Ing. Alfonso Flores Ramírez**  
Director General de Impacto y Riesgo Ambiental  
Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental  
SEMARNAT

El presente se emite en respuesta a su oficio S.G.P.A./D.G.I.R.A./D.G./9068 de fecha 12 de noviembre de 2012, recibido el 13 del mismo mes en esta institución, en el cual solicita la opinión técnica, análisis y evaluación de riesgo por esta Comisión Nacional relativa a la solicitud 092/2012 sometida por Bayer de México, S.A. de C.V., para la liberación al ambiente en etapa experimental de algodón genéticamente modificado BCS-GHØØ4-7 x BCS-GHØØ5-8 x BCS-GHØØ2-5 (TwinLink® x GlyTol®) en los estados de Baja California y Sonora.

Se envía opinión vinculante y recomendación, que contiene el propio análisis de riesgo desarrollado que da sustento a dicha opinión, los cuales recibirá vía electrónica para un mejor uso de papel.

Adicionalmente, y por considerarlo de su interés, se envía la opinión que emitió CONABIO a SENASICA en relación a la consulta hecha por la misma respecto a si en los sitios solicitados, correspondientes a la solicitud en comento, se cumplen o no los supuestos del artículo 87 de la LBOGM, consulta que sirve para cumplir con el V transitorio del reglamento de la LBOGM y que incluye su representación en mapas, los cuales también recibirá vía electrónica para mejor uso de papel.



## C O N A B I O

Finalmente, me permito sugerirle que al citar las opiniones de esta Comisión Nacional en sus oficios de dictamen sobre las solicitudes para la liberación de organismos GM, se haga incluyendo la opinión completa, para que pueda comprenderse cabalmente.

Si requiriera de algún comentario adicional al respecto con mucho gusto se lo podemos proporcionar.

Sin otro particular le envío un cordial saludo.

Atentamente

Dra. Francisca Acevedo Gasman

c.c.e.p. Ing. Rafael Pachiano Alamán. Subsecretario de Gestión para la Protección Ambiental. SEMARNAT.  
c.c.e.p. Ing. Cuauhtémoc Ochoa Fernández. Subsecretario de Fomento y Normatividad Ambiental. SEMARNAT.  
c.c.e.p. Dr. Francisco Bamés Regueiro. Presidente. INECC.  
c.c.e.p. Dr. Luis Fueyo Mac Donald. Comisionado Nacional. CONANP.  
c.c.e.p. Dr. José Sarukhán Kemez. Coordinador Nacional. CONABIO.  
c.c.e.p. Ing. Joel González Moreno. Director General de Inspección y Vigilancia de Vida Silvestre, Recursos Marinos y Ecosistemas Costeros. PROFEPA  
c.c.e.p. Dr. Ariel Álvarez. Secretario Ejecutivo de la CIBIOGEM.  
c.c.e.p. Dr Edward M. Peters. Director General de Ordenamiento Ecológico y Conservación de los Ecosistemas. INE.  
c.c.e.p. Ing. Victor Javier Gutiérrez Avedoy. Director General del Centro Nacional de Investigación y Capacitación Ambiental. INE.  
c.c.e.p. Biol. Roberto Margalín Hernández. Director de Evaluación Sectores Energía e Industria. SEMARNAT.  
c.c.e.p. Ing. Rocío Morales Martínez. Directora de Evaluación de Proyectos Industriales y OGMs. SEMARNAT.  
c.c.e.p. Dra. Patricia Koleff. Directora de Análisis y Prioridades. CONABIO.  
c.c.e.p. Lic. Karina Sánchez. Asesora Jurídica. CONABIO  
c.c.e.p. M. en C. Arturo Peláez Figueroa. Subdirección de Enlace y Transparencia. CONABIO. SERVEXT-13478



CONABIO

DIRECCIÓN TÉCNICA DE ANÁLISIS Y PRIORIDADES  
COORDINACIÓN DE ANÁLISIS DE RIESGO Y BIOSEGURIDAD

Resultados del análisis de riesgo a la solicitud 092/2012 para la liberación al ambiente de *Gossypium hirsutum* L. genéticamente modificado BCS-GHØØ4-7 x BCS-GHØØ5-8 x BCS-GHØØ2-5 (TwinLink® x GlyTol®), presentada por Bayer México S.A. de C.V., para liberar en etapa experimental durante el ciclo agrícola P-V 2013 en los estados de Baja California y Sonora.

Esta solicitud fue enviada por SEMARNAT a CONABIO para su análisis y evaluación mediante el oficio S.G.P.A./D.G.I.R.A./D.G./9068 de fecha 12 de noviembre de 2012 y recibida por CONABIO el 13 de noviembre del mismo año.

Recomendación Final del Análisis de Riesgo:

**NO SE CONSIDERA VIABLE LA LIBERACIÓN EN ETAPA EXPERIMENTAL EN EL POLÍGONO SOLICITADO**

**ESTA RECOMENDACIÓN FINAL DEL ANALISIS DE RIESGO DE LA SOLICITUD 092/2012 SE BASA EN LO SIGUIENTE:**

### 1. Caracterización del OGM.

Este evento de transformación BCS-GHØØ4-7 x BCS-GHØØ5-8 x BCS-GHØØ2-5 (TwinLink™ x GlyTol®), confiere protección contra el ataque de insectos lepidópteros (inserción de genes *cry1AB* y *cry2Ae*) y tolerancia a la aplicación de los herbicidas glufosinato de amonio (inserción del gen *bar*) y glifosato (inserción del gen *2mepsps*). Este evento ha sido solicitado por el promovente para su liberación al ambiente en los estados de Baja California y Sonora bajo las solicitudes 037/2009 y 074/2010, que aunque han tenido permiso de liberación, el promovente decidió no llevar a cabo estas liberaciones.

### 2. Análisis de aspectos moleculares.

En general, la información que se proporciona en esta solicitud se refiere a los parentales sencillos BCS-GHØØ4-7 (T304-40), BCS-GHØØ5-8 (GHB119) y BCS-GHØØ2-5 (GHB614) que, al ser cruzados, generan el evento triple apilado solicitado. Se proporciona además, cierta información sobre el apilado doble conformado por la cruce de los eventos BCS-GHØØ4-7 x BCS-GHØØ5-8 (T304-40 X GHB119), comercialmente llamado Twinlink. En cuanto a la información molecular proporcionada, salvo por la que se retoma en los archivos anexos en las referencias, suele ser demasiado escueta y en ocasiones confusa; un exceso de simplificación de los datos presentados impide la



CONABIO

DIRECCIÓN TÉCNICA DE ANÁLISIS Y PRIORIDADES  
COORDINACIÓN DE ANÁLISIS DE RIESGO Y BIOSEGURIDAD

comprensión o la plena justificación de las afirmaciones presentadas. La solicitud refiere pocos datos específicos propios del evento solicitado. A partir del análisis de la información que sí fue proporcionada se evidencia que la información del triple apilado BCS-GHØØ4-7 x BCS-GHØØ5-8 x BCS-GHØØ2-5 ((T304-40xGHB119) x GHB 614) es fundamental para realizar el módulo molecular del análisis de riesgo:

- 1) En cuanto a cuantificación proteica:
  - a) esta es poco detallada, no se indica la metodología utilizada ni el número de repeticiones;
  - b) no se presentan valores de cuantificación proteica en el triple apilado;
  - c) en los datos incluidos en la solicitud se observa un aumento considerable en los valores de la proteína Cry2Ae en hojas del apilado Twinlink (41.3 +- 22.0 ug/g peso fresco) con respecto a los valores del parental BCS-GHØØ5-8 (GHB119) (4.98 +-0.59). Un aumento de esta magnitud podría provocar la aparición de efectos indeseados sobre organismos no blanco ligado a un aumento en la concentración de estas proteínas tóxicas en hoja, y estos efectos no pueden ser estimados a partir de los datos obtenidos únicamente a partir de los parentales. **Esta Comisión considera indispensable tener una cuantificación fidedigna de los niveles de las proteínas Cry2Ae y Cry1Ab en el triple apilado solicitado para liberar en campo y su comparación contra los eventos parentales, para poder realizar un análisis de riesgo en forma.**
- 2) El cassette de expresión del gen *cry1ab* insertado en el parental BCS-GHØØ4-7 (T304-40) está presente en dos copias parciales, una con un terminador *3'me1* truncado y otra con el promotor *Ps7s7* truncado. Esta situación haría importante caracterizar el tipo de transcritos presentes en la planta que deriven de estas inserciones, sin embargo no se incluyó información referente a los RNA mensajeros expresados a partir de los eventos de transformación.
- 3) El promovente no incluye en la solicitud un método de detección para el evento parental BCS-GHØØ5-8 (GHB119). En su lugar incluye el método de detección para otro evento (LL25), el cual no permitiría detectar al parental mencionado debido a que es un método de detección evento-específico.

Adicionalmente la CONABIO considera recomendable estar atentos respecto a las dudas técnicas que han surgido en relación al uso del glifosato, ya que se han documentado recientemente posibles efectos negativos para la salud humana, el ambiente, la diversidad biológica y la sanidad animal y vegetal (Richard *et al.*, 2005; Huber 2007; Paganelli *et al.*, 2010; Antoniou *et al.*, 2011; Séralini *et al.*, 2012).

Por lo tanto, con base en la información proporcionada por el solicitante sobre el OGM apilado triple BCS-GHØØ4-7 x BCS-GHØØ5-8 x BCS-GHØØ2-5 (T304-40 X GHB119) X GHB614, misma que se empleó para responder a las preguntas y la discusión anterior, **se puede concluir que tal como se presentan los datos, aún quedan interrogantes por contestar y esta Comisión no tiene suficientes elementos para**



CONABIO

DIRECCIÓN TÉCNICA DE ANÁLISIS Y PRIORIDADES  
COORDINACIÓN DE ANÁLISIS DE RIESGO Y BIOSEGURIDAD

realizar un análisis de riesgo completo a partir de los datos moleculares presentados, por lo que no se puede descartar que existan riesgos. Por esta razón no se recomienda liberar este evento hasta que el promovente no presente mayores elementos de análisis.

### 3. Análisis de aspectos geográficos.

La liberación experimental se pretende llevar a cabo en los estados de Baja California y Sonora. El sitio que propone el solicitante está delimitado por los siguientes vértices:- 115.87122, 32.62990; -114.71826, 32.71716; -114.77762, 32.48215; -114.40979, 32.36717; -114.77202, 32.01085; -114.85278, 32.09637; -114.94482, 32.17419; -114.99126, 32.12307; -114.97581, 32.01560; -114.99630, 31.98344; -115.23094, 31.97869; -115.19191, 31.83905; -115.09136, 31.75517; -115.09156, 31.53415; -115.53696, 31.53945 y -115.83153, 32.00161.

En relación a la posibilidad de hibridación de *Gossypium hirsutum* L., genéticamente modificado BCS-GHØØ4-7 x BCS-GHØØ5-8 x BCS-GHØØ2-5, ó GLT: GlyTol® \*TwinLink™, ó (GHB 614) x (T304-40 x GHB119) con el organismo receptor silvestre, si bien no observamos posibles consecuencias por hibridación derivada de flujo de polen, sí observamos consecuencias por las posibilidades de hibridación asociadas a la dispersión de semillas, ya que se han identificado individuos en más de una metapoblación de algodón silvestre que presentan proteínas Cry1AB y/o Cry1Ac y/o Cry2A y/o CP4EPSPS y/o PAT, en las metapoblaciones Pacífico Norte, Pacífico Sur, Golfo Norte y Golfo Sur (Wegier *et al.*, 2011). De estas, la metapoblación Pacífico Sur se encuentra a más de 500 km de distancia de la fuente conocida más cercana de algodón GM. Esto es evidencia de que ya ha habido flujo de genes de cultivos GM hacia las poblaciones silvestres de algodón presentes en regiones distantes a las áreas de liberación.

En cuanto a parientes silvestres con los que puede hibridar el OGM, en este caso *G. barbadense*, el sitio de colecta disponible más cercano se encuentra a 2,748 kilómetros y la zona de similitud ecológica a 2,291 kilómetros de distancia.

Se registraron siembras en el SIAP en el período del 2005 al 2011 se reportó la siembra de algodón dentro del sitio propuesto de liberación, por lo que observamos posibles consecuencias en función a la posibilidad de hibridación con el organismo receptor cultivado si este cultivo se sembrara en el periodo de liberación.

Las Áreas Naturales Protegidas (ANP) más cercanas al sitio de liberación son "Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado" y "El Pinacate y Gran Desierto Altar", las cuales se encuentran a 1 Km respectivamente, y "Constitución de 1857" que se encuentra a 1.62 Km.



CONABIO

DIRECCIÓN TÉCNICA DE ANÁLISIS Y PRIORIDADES  
COORDINACIÓN DE ANÁLISIS DE RIESGO Y BIOSEGURIDAD

Las regiones prioritarias que se encuentran dentro de este sitio son las: Región Marina Prioritaria "Alto Golfo"; Región Terrestre Prioritaria "Sierra de Juárez" y Regiones Hidrológicas Prioritarias "Delta del río Colorado" y "San Pedro Mártir".

Dentro del sitio solicitado se encuentran cuatro ecorregiones de nivel 4 (INEGI, CONABIO e INE, 2008): "Desiertos del Alto Golfo (Altar, El Pinacate, corredor Mexicali-San Felipe, cuencas de Asunción, Sonoyta, y San Ignacio-Aribaipa)", "Humedales del delta del Río Colorado", "Sierras y Lomeríos con bosques de coníferas, encinos y mixtos (de Juárez) y "Lomeríos y Planicies con matorral xerófilo y chaparral".

#### 4. Análisis de aspectos biológicos.

En México, dentro del género *Gossypium*, se reconocen 11 especies diploides (*G. aridum*, *G. armourianum*, *G. davidsonii*, *G. gossypioides*, *G. harknessii*, *G. laxum*, *G. lobatum*, *G. schwendimanii*, *G. thurberi*, *G. trilobum* y *G. tumei*) y dos tetraploides (*G. hirsutum*, *G. barbadense*) (Fryxell, 1988; Wegier, 2008; Wegier *et al.*, 2010).

*G. hirsutum* y *G. barbadense* pueden entrecruzarse y tener descendencia fértil ya que de manera natural estas especies han tenido introgresión en áreas donde se sobrelapan las poblaciones. Sin embargo, este intercambio no se da de manera simétrica: en *G. barbadense* la introgresión se da principalmente a partir de alelos provenientes de cultivares modernos de *G. hirsutum*. En contraste, la introgresión de alelos de *G. barbadense* hacia *G. hirsutum* es común en poblaciones silvestres en áreas de simpatria, pero es raro observarla en cultivares modernos.

México es centro de origen y diversidad genética de *G. hirsutum* L., el cual incluye ocho metapoblaciones ubicadas en Baja California Sur, Pacífico Norte (Sinaloa y Nayarit), Bahía de Banderas (Nayarit), Pacífico Centro (Jalisco, Michoacán, Guerrero), Pacífico Sur (Guerrero, Oaxaca y Chiapas), Golfo Norte (sur de Tamaulipas y norte de Veracruz), Golfo sur (centro y sur de Veracruz) y Península de Yucatán (Campeche, Yucatán y Quintana Roo) (Wegier *et al.*, 2011).

*G. hirsutum* L. se cultiva principalmente en los estados de Baja California, Chihuahua, Coahuila, Durango, Sinaloa, Sonora, Tamaulipas, Veracruz, San Luis Potosí, Campeche y Yucatán.

En el OGM y en el algodón cultivado, la reproducción es de manera sexual tanto por autogamia (autofecundación) como por alogamia (fecundación cruzada), siendo el primero de ellos, el mecanismo más común (McGregor 1976; Fryxell, 1993; Smith, 1995). Ambos comparten los polinizadores *Bombus ssp.* (abejorro) y *Apis mellifera* (abeja) (McGregor, 1976).

El algodón GM, el algodón cultivado no GM y las poblaciones silvestres de *G. hirsutum* pueden entrecruzarse y tener descendencia fértil (McGregor 1976, Fryxell 1993, Smith 1995, Wegier 2005; Wegier *et al.*, 2010, 2011). En cuanto a la información



CONABIO

DIRECCIÓN TÉCNICA DE ANÁLISIS Y PRIORIDADES  
COORDINACIÓN DE ANÁLISIS DE RIESGO Y BIOSEGURIDAD

referente a las distancias de flujo génico por polen y semilla, se tienen datos y evidencias obtenidas de diferentes fuentes:

- Estudios de flujo génico entre algodón cultivado GM y no GM, han encontrado que la zona de influencia en la que puede existir flujo vía polen es de 750 m (Heuberger *et al.*, 2010). Este estudio concluye que el cuidado en el manejo de la cosecha por parte de los agricultores es más importante que la distancia de aislamiento que se plantee para evitar el flujo vía polen.
- Estudios recientes han encontrado que existen relaciones genéticas entre poblaciones silvestres de *G. hirsutum* que se encuentran separadas por distancias de más de 200 km, lo que muy posiblemente se haya manifestado por dispersiones de semillas a través de cuerpos de agua (Wegier, 2005; Wegier *et al.*, 2010, 2011).
- En México se han identificado individuos en más de una metapoblación de algodón silvestre que presentan proteínas Cry1AB y/o Cry1Ac y/o Cry2A y/o CP4EPSPS y/o PAT, en las metapoblaciones Pacífico Norte, Pacífico Sur, Golfo Norte y Golfo Sur (Wegier *et al.*, 2011), de las cuales la metapoblación Pacífico Sur se encuentra a más de 500 km de distancia de la fuente conocida más cercana de algodón GM, la cual incluye las zonas del norte del país donde éste se ha liberado.

Estas evidencias indican que el flujo génico con poblaciones silvestres ya ha tenido lugar y que éste puede darse a distancias de varios cientos de kilómetros y es probablemente mediado por la dispersión de semilla. Es necesario investigar y entender cómo es que las construcciones genéticas de algodones GM llegaron a las poblaciones silvestres de algodón en México, así como estudiar las consecuencias de que estas construcciones genéticas se hayan ya integrado de manera aparentemente permanente dentro de estas poblaciones silvestres.

Adicionalmente, el promovente señala que esta liberación se pretende efectuar durante el ciclo P-V 2013, sin embargo la ventana de siembra que señala en la solicitud (15 de febrero-15 de abril), y dependiendo del mes en que se siembre podría corresponder a la temporada primavera-verano u otoño-invierno. De cualquier forma coincide con la temporada de cultivo de algodón en la región por lo que existiría solapamiento de cultivos GM y no GM.

## 5. Análisis de aspectos fenotípicos.

Las características fenotípicas del OGM, no representan un riesgo de que *G. hirsutum*, pueda convertirse en maleza. A pesar que en varios países el algodón es reportado como algún tipo de maleza, (maleza casual, escape de cultivo, planta naturalizada) en ninguna de estas categorías se considera una amenaza; su ciclo de vida es relativamente largo ya que es de más tres meses, desde la germinación, hasta la liberación de las semillas del



CONABIO

DIRECCIÓN TÉCNICA DE ANÁLISIS Y PRIORIDADES  
COORDINACIÓN DE ANÁLISIS DE RIESGO Y BIOSEGURIDAD

fruto; además, requiere de ciertas condiciones medioambientales para poder germinar y establecerse.

Es necesario dar seguimiento puntual a la utilización (desmedida inclusive) del glifosato en campo que ha conllevado ya a la aparición de resistencia al mismo por parte de ciertas malezas. Existen reportes científicos que indican que han aumentado los casos de evolución de resistencia a un número de herbicidas en campo y en particular al glifosato, en especial en regiones donde se ha adoptado la tecnología que incluye en su paquete el uso de alguno de estos herbicidas de manera casi exclusiva.

Para México existe ya el reporte de un biotipo de *Leptochloa virgata* resistente al glifosato, en huertos del estado de Veracruz. Adicionalmente, de las 23 especies de malezas para las que se ha reportado la existencia de biotipos resistentes al glifosato, 18 se encuentran en México. De estas *Amaranthus palmeri*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Euphorbia heterophylla*, *Echinochloa colona*, *Eleusine indica* y *Sorghum halepense* (ver Tabla 4.), son reportadas por Villaseñor y Espinosa (1998) en cultivos de algodón y además presentan algún tipo de invasividad en ambientes en México. En el caso de glufosinato de amonio, el número de especies resistentes es mucho menor, ya que hasta la fecha se reportan solo dos, *Lolium multiflorum* (Oregon USA, 2010) y *Eleusine indica*, (Malasia, 2009); sin embargo para ambas especies se han reportado biotipos que presentan resistencias múltiples a herbicidas de distintos grupos, y algunos de estos casos han surgido en distintos países. *E. indica*, además presenta rasgos de invasividad, lo que aumentaría el riesgo en caso de que surgiesen biotipos resistentes en nuestro país.

Como se ha mencionado en recomendaciones anteriores, para solicitudes de liberación al ambiente de organismos genéticamente modificados con tolerancia a glifosato, es preocupante para esta Comisión Nacional que aparezcan casos de biotipos resistentes, ya que esto podría tener un serio efecto negativo en el manejo agrícola en general. La conclusión a la que han llegado los científicos es que este problema surge a partir de un mal "manejo" de la tecnología, que no se resolverá con nuevos eventos de transformación que apilen varios genes que confieran tolerancia a más de un herbicida, sino que sólo comprará un poco más de tiempo antes de que se vuelva a presentar el problema. Es por tanto necesario asegurar una capacitación adecuada respecto al uso y manejo adecuado del glifosato y del glufosinato de amonio, como herbicidas.

#### **6. Objetivos, protocolos, medidas de bioseguridad, monitoreo y observaciones generales.**

El promovente plantea que el objetivo de la presente liberación es confirmar la expresión de las modificaciones genéticas de protección contra el ataque de insectos lepidópteros y tolerancia a la aplicación de los herbicidas glufosinato de amonio y glifosato. Se anexa el diseño experimental a seguir para la evaluación de este evento apilado, en el cual, si bien indica que comparará la equivalencia fenotípica con su contraparte convencional, evaluará la eficacia biológica de los herbicidas y de los transgenes que le confieren



CONABIO

DIRECCIÓN TÉCNICA DE ANÁLISIS Y PRIORIDADES  
COORDINACIÓN DE ANÁLISIS DE RIESGO Y BIOSEGURIDAD

resistencia a los insectos lepidópteros, así como documentar los beneficios, el impacto y uso seguro de la tecnología TwinLink – GlyTol, no menciona evaluar los potenciales efectos a la biodiversidad y al medio ambiente derivados de la liberación del OGM, y de hecho, en distintos apartados de la solicitud, se afirma de forma genérica que el OGM no tiene efectos sobre la diversidad biológica y el medio ambiente. Esta Comisión considera que el promovente debe abordar estudios en la zona de liberación solicitada sobre los potenciales efectos a la biodiversidad y al medio ambiente ya que este punto es indispensable para generar información que permita más adelante evaluar la procedencia de un eventual paso a una etapa piloto en un futuro.

Por otro lado, el promovente indica en el “escrito experimental” que incluye junto con su solicitud y en la descripción geográfica dentro de la solicitud, que con fundamento en lo establecido en los artículos 89 de la LBOGM y 48 y 49 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), se compromete a establecer los controles y cumplir con las medidas de bioseguridad necesarios para que la liberación de algodón genéticamente modificado **no se realice en las zonas núcleo** de las ANP asociadas al polígono. El promovente no está reconociendo que el artículo 89 de la LBOGM indica que se prohíbe la liberación de OGM en el total de la superficie de las ANP, y como excepción, los contempla en zonas de amortiguamiento pero específicamente para casos justificados de biorremediación.

Además, el promovente en su solicitud menciona que dentro del polígono de liberación del Valle de Mexicali **existe una zona de traslape con los sitios RAMSAR** (Convención sobre los Humedales de Importancia Internacional) incluyendo a: *Sistemas de Humedales Remanentes del Rio Colorado y Humedales del delta del Rio Colorado*. **El promovente argumenta que si bien México se ha adherido a la Convención sobre Humedales de Importancia** (sitios RAMSAR) y que los países que adhieren a dicha convención asumen ciertos compromisos, como el “*promover el manejo/gestión y la vigilancia de los humedales*”, entre otros, **dicha convención no establece la prohibición de llevar a cabo actividades agrícolas con Organismos Genéticamente Modificados (OGM) en los humedales**. También el promovente argumenta que estos sitios RAMSAR no han sido declaradas Áreas Naturales Protegidas (ANP), por el titular del Ejecutivo Federal, ni ha aparecido su publicación en el Diario Oficial de la Federación (DOF). Para esta Comisión los sitios RAMSAR son de suma importancia, ya que como tal, estos sitios albergan una alta diversidad biológica, principalmente de aves acuáticas, la principal preocupación es que en algún momento, estas áreas puedan cambiar de uso de suelo, y convertirse en áreas agrícolas si se promueven actividades agrícolas de este estilo. Adicionalmente, la Convención sobre los Humedales de Importancia Internacional cuenta con el **resolutivo X.17** que dice: “*Considerar todo el rango de factores que afectan la diversidad biológica. Estos incluyen los impulsores directos del cambio asociados con una propuesta (por ejemplo, conversión de la tierra, eliminación de la vegetación, emisiones, alteraciones, introducción de especies exóticas invasoras u organismos genéticamente modificados, etc.) y, dentro de lo posible, los impulsores indirectos del cambio, incluidos los procesos o intervenciones demográficos, económicos, socio-políticos, culturales y tecnológicos*”.



CONABIO

DIRECCIÓN TÉCNICA DE ANÁLISIS Y PRIORIDADES  
COORDINACIÓN DE ANÁLISIS DE RIESGO Y BIOSEGURIDAD

Las manifestaciones del promovente en su solicitud respecto a ANP y sitios RAMSAR, que se resumen en los dos párrafos anteriores, nos indican que el promovente no tiene la intención de evitar la liberación de algodón genéticamente modificado dentro de áreas de amortiguamiento de las ANP contiguas al polígono y/o en los sitios RAMSAR.

Por otra parte, como medidas de bioseguridad y monitoreo, el promovente reporta que se llevará a cabo la georreferenciación de los predios, la capacitación a todo el personal involucrado, el monitoreo en zonas de siembra hasta 12 meses posteriores a la cosecha y en canales de riego y la búsqueda de voluntarias. Se tendrán medidas durante transporte de semilla, el algodón será destruido previo a la cosecha. Indica como medidas para controlar la dispersión la limpieza de maquinara, la instalación de una franja perimetral de 10 m de algodón convencional, la presencia de barreras físicas provistas por la vegetación circundante, y el acceso restringido a los lotes de siembra.

El promovente propone para esta liberación experimental la implementación de áreas de refugio en cualquiera de sus dos modalidades (80:20 y 96:4), tal como lo recomienda la SAGARPA, sin embargo, no incluye un plan de monitoreo para el manejo de la resistencia de insectos blanco. Es muy importante considerar, por ejemplo, el seguimiento puntual relativo a la implementación, uso y efectividad de los refugios, medidas que buscan evitar que las plagas objeto de la tecnología logren "quebrar" la barrera de resistencia con la que cuentan los algodones que expresan una o más proteínas Cry, a este respecto, se han reportado casos de resistencia en cultivo de algodón GM, para el gusano bellotero (*Helicoverpa punctigera* Wallengren) en Australia y en Europa y para el gusano rosado (*Pectinophora gossypiella* Saunders) en la India, y recientemente en el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith) en cultivos de maíz GM en Puerto Rico (Downes *et al.*, 2009, Storer *et al.*, 2010, Blanco *et al.* 2010, Dhurua & Gujar, 2011). En el trabajo de Storer *et al.*, 2010, se señala que en ambientes tropicales y ecosistemas cerrados, que a la vez limitan la migración e inmigración de poblaciones de insectos, pueden favorecer la aparición de resistencia en poblaciones de insectos blanco, esto es importante de considerar si la liberación se pretende llevar a cabo en ambientes y condiciones topográficas similares a las características anteriormente mencionadas.

Es necesario dar un seguimiento puntual a la utilización (desmedida en ocasiones) del glifosato, en campo que ha conllevado ya a la aparición de resistencia al mismo por parte de ciertas malezas (NAS, 2010; Waltz, 2010). Existen reportes científicos que indican que han aumentado los casos de evolución de resistencia a un número de herbicidas en campo y en particular al glifosato. Se reporta que desde el año 2000 comenzaron a comprobarse casos de resistencia a este herbicida en E.U.A. y desde entonces se ha seguido documentando la aparición de una nueva maleza resistente al glifosato de manera anual (Waltz, 2010 y NAS, 2010), además de existir ya casos reportados en varios países del mundo, en especial donde se ha adoptado la tecnología que incluye en su paquete el uso de este herbicida de manera casi exclusiva. Para México existe ya el reporte de un biotipo de *Leptochloa virgata* resistente al glifosato, en huertos del estado de Veracruz. Como se ha mencionado en recomendaciones anteriores, para



CONABIO

DIRECCIÓN TÉCNICA DE ANÁLISIS Y PRIORIDADES  
COORDINACIÓN DE ANÁLISIS DE RIESGO Y BIOSEGURIDAD

solicitudes de liberación al ambiente de organismos genéticamente modificados con tolerancia a glifosato, es preocupante para esta Comisión Nacional que aparezcan casos de biotipos resistentes, ya que esto podría tener un serio efecto negativo en el manejo agrícola en general. La conclusión a la que han llegado los científicos es que este problema surge a partir de un mal "manejo" de la tecnología, que no se resolverá con nuevos eventos de transformación que apilen varios genes que confieran tolerancia a más de un herbicida, sino que sólo comprará un poco más de tiempo antes de que se vuelva a presentar el problema.

Adicionalmente, es recomendable estar atentos respecto a las dudas técnicas que han surgido en relación al uso del glifosato, ya que se han documentado recientemente posibles efectos negativos para la salud humana, el ambiente, la diversidad biológica y la sanidad animal y vegetal (Richard *et al.*, 2005; Huber, 2007; Paganelli *et al.*, 2010; Antoniou *et al.*, 2011; Seralini *et al.*, 2012).

En el caso de las poblaciones silvestres de *G. hirsutum*, recientemente se han identificado individuos en más de una metapoblación de algodón que presentan proteínas Cry1Ab y/o Cry1Ac y/o Cry2A, y/o PAT y/o CP4EPSPS (Wegier *et al.*, 2011). La vía por la cual llegaron estas construcciones genéticas a estas poblaciones silvestres es aún desconocida al día de hoy, aunque podemos identificar dos posibles fuentes conocidas y probables: I.- las liberaciones que se han llevado a cabo en el territorio mexicano en etapas experimental y piloto durante el tiempo en el que han estado ocurriendo estas liberaciones respaldadas por permisos otorgados por la autoridad competente y, II.- las liberaciones de algodón GM que han ocurrido en el territorio de E.U.A. Ambas fuentes son viables y plausibles de haber aportado las construcciones genéticas que se han encontrado en las poblaciones silvestres de México tomando en cuenta que el flujo génico de algodón, aunque sí ocurre por polen, en su gran mayoría ocurre por movimiento de semilla, principalmente transportada por agua. Esta situación amerita una especial atención, ya que debemos entender cuál es la fuente del flujo génico que ha permitido que construcciones genéticas de los algodones GM estén presentes (y muy probablemente de manera permanente) en varias de las poblaciones silvestres de México. **Esto es altamente preocupante, en especial tomando en cuenta que es aquí donde éste algodón se originó y donde la mayor diversidad genética se encuentra.**

Es necesario llevar a cabo estudios más detallados que contribuyan a esclarecer la presencia de construcciones genéticas de algodones GM en las poblaciones silvestres de algodón y a entender más a fondo de qué construcciones se trata, cómo fue que llegaron a estas poblaciones así como estudiar las consecuencias de que estas construcciones genéticas se hayan ya integrado de manera aparentemente permanente en las poblaciones silvestres. No conocemos si el hecho de que estén presentes en estas poblaciones tiene o no un efecto detrimental sobre las mismas, ni tampoco si lo tiene sobre la fauna asociada a estas. Este es justamente el eje principal del análisis de riesgo que CONABIO implementa de manera sistemática sobre todas las solicitudes de liberación; al no conocerse con precisión las consecuencias de que las construcciones genéticas presentes en los OGM se integren en la diversidad genética, buscamos evitar que dicho flujo ocurra. En esta ocasión el flujo ya se dio a pesar de las múltiples



CONABIO

DIRECCIÓN TÉCNICA DE ANÁLISIS Y PRIORIDADES  
COORDINACIÓN DE ANÁLISIS DE RIESGO Y BIOSEGURIDAD

recomendaciones que elaboramos, esto quiere decir que es necesario una mayor atención al problema con vías a entender las eventuales consecuencias de estos hechos.

En opinión de esta Comisión Nacional, el promovente debiera abordar estudios y análisis que llevaran a responder estas preguntas para que, sustentado en la información científica obtenida, replanteara medidas de bioseguridad y monitoreo que aseguren que la liberación de algodón GM en México cumpla con evitar efectos adversos para la conservación y utilización sustentable del medio ambiente y la diversidad biológica. Mientras esto no suceda, no deberían realizarse liberaciones de algodón GM en México.

## 7. Niveles de bioseguridad

Dado que *G. hirsutum* es originario de México, y en su territorio se alberga diversidad genética relevante (Wegier *et al.*, 2011), podemos clasificar al OGM que se pretende liberar en el nivel III de bioseguridad, de acuerdo a la clasificación de OGM propuesto por la CONABIO en el documento intitulado "*Elementos para la determinación de centros de origen y centros de diversidad genética para el caso de maíces de México a partir de los resultados del proyecto "Recopilación, generación, actualización y análisis de información acerca de la diversidad genética de maíces nativos y sus parientes silvestres en México" (2006-2011)"*" (ver en [http://www.biodiversidad.gob.mx/genes/pdf/proyecto/Elementos\\_recursosGeneticos\\_maices.pdf](http://www.biodiversidad.gob.mx/genes/pdf/proyecto/Elementos_recursosGeneticos_maices.pdf)). Por tanto, al OGM en cuestión le aplican las medidas específicas identificadas en los niveles I, II y III. En la tabla a continuación se detalla el conocimiento con el que se cuenta actualmente para cada uno de los puntos de los distintos niveles señalados en relación a los algodones GM.

Nivel I	Estado del conocimiento
<i>i) un monitoreo adecuado respecto a los efectos al ambiente que pudiera ocasionar el OGM,</i>	Existen esfuerzos de monitoreo para algodones GM, pero que no son lo suficientemente amplios como para descartar efectos al ambiente que sean ocasionados por el OGM en cuestión. Hay que hacer un esfuerzo más amplio y coordinado con el apoyo de, por ejemplo, los nodos integrantes de la Red Mexicana de Monitoreo de OGM y demás actores cuyo interés sea el monitoreo de los OGM.
<i>ii) tomar las medidas de bioseguridad adecuadas a la característica que se exprese a partir de la construcción genética insertada;</i>	Esta medida en lo general sí es implementada por el promovente ya que éste conoce de antemano las características específicas de la construcción genética insertada y qué controles es necesario manejar. Sin embargo, tomando en cuenta que las superficies liberadas en muchas ocasiones son grandes y que no necesariamente todos los agricultores que adoptan la tecnología están adecuadamente capacitados y sensibilizados respecto a los riesgos que se pueden correr, es necesario hacer un mayor esfuerzo de



CONABIO

DIRECCIÓN TÉCNICA DE ANÁLISIS Y PRIORIDADES  
COORDINACIÓN DE ANÁLISIS DE RIESGO Y BIOSEGURIDAD

	difusión de las acciones específicas que se requieren llevar a cabo cuando se manipula este tipo de organismos genéticamente modificados.
<b>Nivel II</b>	
<i>i) la existencia de un sistema de información de los recursos genéticos actualizado sobre la especie en cuestión</i>	Para el caso de algodón, la CONABIO ha estado financiando estudios específicos para recopilar y generar nuevo conocimiento respecto a los algodones silvestres de México. En este sentido se tiene un buen conocimiento de la distribución de <i>G. hirsutum</i> en México (ver referencias) y se están financiando más estudios para validar la distribución de las especies de <i>Gossypium</i> diploides presentes en México así como también estudios relativos a la biología floral, reproductiva, ecológica, demográfica y ecofisiológica de <i>G. hirsutum</i> silvestre.
<i>ii) capacidad instalada de detección de las construcciones genéticas insertadas en el OGM particular incluyendo la información necesaria para llevarla a cabo de manera específica y las herramientas necesarias (secuencias, controles positivos y negativos, sugerencias de técnicas específicas, metodologías, etc.), con el fin de</i>	Existe la obligación impuesta en el reglamento de la LBOGM de que el promovente entregue el material e información necesario para llevar a cabo la detección de los OGM particulares, sin embargo en la CONABIO desconocemos qué capacidad instalada exista por parte de las autoridades para detectar los eventos específicos en el caso de los algodones GM que se están liberando al ambiente y si estas reacciones se han probado o no en algodones silvestres o sólo en los cultivados.
<i>iii) monitorear de manera sistemática tanto a los recursos genéticos así como la eventual presencia y/o introgresión de construcciones genéticas insertadas en estos;</i>	Aún cuando la CONABIO ha pagado estudios de campo para generar nueva información respecto a las poblaciones silvestres de <i>Gossypium</i> , no se ha implementado aún un monitoreo "sistemático" de los recursos ni de la eventual presencia en estos de construcciones genéticas concretas y su posible introgresión. Dada la publicación de Wegier <i>et al.</i> (2011), es urgente estudiar más a fondo la presencia de construcciones genéticas en varias de las poblaciones silvestres de <i>G. hirsutum</i> en México, las vías de introducción, la incorporación y la permanencia (introgresión) de estas construcciones en las poblaciones, así como las consecuencias de este hecho.
<b>Nivel III</b>	
<i>i) la ubicación de las regiones que albergan a los centros de diversidad genética de la especie a la que pertenece el OGM (tal como lo que desarrollar actualmente para los</i>	Estas regiones aún no han sido ubicadas, sin embargo la CONABIO ha financiado varios esfuerzos con este fin y cuenta con información útil que puede llevar a que las regiones se determinen.



CONABIO

DIRECCIÓN TÉCNICA DE ANÁLISIS Y PRIORIDADES  
COORDINACIÓN DE ANÁLISIS DE RIESGO Y BIOSEGURIDAD

<i>maíces nativos y sus parientes silvestres);</i>	
<i>ii) medidas para la protección de las regiones que albergan a los centros de diversidad genética y</i>	Estas aún no se han identificado.
<i>iii) los promoventes y las autoridades competentes deberán asegurar que estas regiones no se vean vulneradas ni por actividades relativas a la liberación de un OGM al ambiente ni tampoco por otros usos que se le puedan dar al OGM....</i>	Esto aún no ocurre.
<i>Para OGM del nivel III se requiere determinar si la <b>capacidad de gestión y manejo de riesgo a nivel local</b>, tanto de los promoventes como de las autoridades competentes, asegura que los riesgos que se identifiquen son realmente manejados adecuadamente</i>	Desconocemos en términos reales la capacidad de gestión y manejo del riesgo a nivel local, tanto por parte de los propios promoventes, de quienes compran la tecnología y la usan así como de las propias autoridades competentes.

En especial es relevante hacer hincapié respecto a que, a pesar de que la especie que originó al OGM que pretende liberarse es originaria de México y es aquí donde se concentra la mayor diversidad genética conocida, no se ha implementado aún el artículo 86 de la LBOGM para esta especie. Es absolutamente imprescindible que esto se aborde a la brevedad con el fin de buscar garantizar las acciones necesarias respecto a la protección de esta especie en México así como de su diversidad genética en las áreas en las que está presente.

### CONCLUSIÓN

El promovente solicita la liberación al ambiente de *Gossypium hirsutum* L. genéticamente modificado) BCS-GHØØ4-7 x BCS-GHØØ5-8 x BCS-GHØØ2-5 (TwinLink® x GlyTol®) en etapa experimental durante el año 2013 en los estados de Baja California y Sonora.

Los objetivos de esta liberación no incluyen una evaluación de los potenciales efectos a la biodiversidad y al medio ambiente derivados de la liberación del OGM en el polígono solicitado. Es indispensable que esta información se genere para poder cumplir con los principios del caso por caso y del paso por paso.



CONABIO

DIRECCIÓN TÉCNICA DE ANÁLISIS Y PRIORIDADES  
COORDINACIÓN DE ANÁLISIS DE RIESGO Y BIOSEGURIDAD

Existen indicios de que ya hay presencia de construcciones genéticas provenientes de algodones genéticamente modificados en las poblaciones silvestres de *G. hirsutum* dentro de las áreas que muy probablemente son centro de origen y centro de diversidad genética. Desde que esta situación fue reportada públicamente, (Wegier, 2011) no se han observado reacciones que hayan derivado en el desarrollo de programas de investigación multidisciplinaria e integral necesaria que permita comprender y medir las consecuencias a la diversidad genética que tienen estos hallazgos. El no hacerlo vulnera el acervo genético silvestre aún existente de la especie de algodón más cultivada en el mundo.

Las manifestaciones del promovente en su solicitud respecto a ANP indican que no tiene la intención de evitar la liberación de algodón genéticamente modificado dentro de áreas de amortiguamiento de las ANP contiguas al polígono.

A pesar de que la liberación de este evento ya ha sido solicitada en varias ocasiones la información presentada por el promovente específica al evento triple apilado solicitado sigue siendo parcial por lo que no se ha podido realizar un análisis molecular adecuado, indispensable para cumplir con los principios del caso por caso y del paso por paso.

Por todo lo anterior **no se considera viable la liberación al ambiente en etapa experimental de *Gossypium hirsutum* L. genéticamente modificado BCS-GHØØ4-7 x BCS-GHØØ5-8 x BCS-GHØØ2-5 (TwinLink® x GlyTol®), presentada por Bayer México S.A. de C.V., correspondiente a la solicitud 092/2012 durante el ciclo agrícola P-V 2013 en los estados de Baja California y Sonora.**



CONABIO

DIRECCIÓN TÉCNICA DE ANÁLISIS Y PRIORIDADES  
COORDINACIÓN DE ANÁLISIS DE RIESGO Y BIOSEGURIDAD

### INFORMACIÓN RELEVANTE USADA

Los puntos en los que se basa esta recomendación son los siguientes:

1. De acuerdo a la información recabada en el SIOVM, incluyendo información bibliográfica, de herbario y la contenida en el Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB-CONABIO) y de la Red Mundial de Información sobre Biodiversidad (REMIB), en México crecen 13 especies de *Gossypium* (Tabla 1), de las cuales sólo dos son tetraploides, *G. hirsutum* (cultivado y/o silvestre) y *G. barbadense*, que pueden hibridar con el OGM y tener descendencia viable.

Tabla 1. Especies del género *Gossypium* en estado silvestre en México. Información consultada en el SIOVM, SNIB-CONABIO, REMIB, Herbarios, Wegier, 2005, Wegier, 2008, Wegier *et al.*, 2010, 2011.

Taxa	Distribución en México	No. Cromosómico (IPCN)
<i>G. aridum</i> (Rose et Standl.) Skovst.	Colima, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Sinaloa y Veracruz	$2n = 26$
<i>G. amourianum</i> Kearney	Baja California, Baja California Sur e Isla de San Marcos	$2n = 26$
<i>G. barbadense</i> L.	Chiapas, Campeche y Tabasco	$2n = 52$ (4x)
<i>G. davidsonii</i> Kellogg	Baja California Sur, Sonora	$2n = 26$
<i>G. gossypoides</i> (Ulbr.) Standl.	Oaxaca y Puebla	$2n = 26$
<i>G. harknessii</i> Brandegees	Baja California Sur	$2n = 26$
<i>G. hirsutum</i> L.	Baja California Sur, Campeche, Colima, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Oaxaca, Quintana Roo, Nayarit, Sinaloa, Tamaulipas, Veracruz y Yucatán.	$2n = 52$ (4x)
<i>G. laxum</i> L.L. Phillips	Guerrero	$2n = 26$
<i>G. lobatum</i> Gentry	Michoacán	
<i>G. schwendimanii</i> Fryxell	Guerrero y Michoacán	
<i>G. thurberi</i> Tod.	Chihuahua y Sonora	$2n = 26$
<i>G. trilobum</i> (DC) Skovst.	Guerrero, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Sinaloa, Sonora	$2n = 26$
<i>G. turneri</i> Fryxell	Sonora	-



CONABIO

DIRECCIÓN TÉCNICA DE ANÁLISIS Y PRIORIDADES  
COORDINACIÓN DE ANÁLISIS DE RIESGO Y BIOSEGURIDAD

2. *G. hirsutum* no puede cruzarse con miembros silvestres de algodón diploide debido a la diferencia en el nivel de ploidía, sólo puede cruzarse con miembros tetraploides de su mismo género, entre ellos se incluyen: *G. tomentosum*, *G. darwinii*, *G. mustelinum*, *G. hirsutum* y *G. barbadense* (Fryxell, 1979). Para México se tienen registros de sitios de colecta<sup>1</sup> para *G. hirsutum* y *G. barbadense*.
3. Con respecto a las especies que se consideran como los posibles miembros tetraploides con los que puede cruzarse el OGM, CONABIO establece después de realizar las revisiones taxonómicas en Trópicos e IPNI que el nombre de *G. darwinii* es posiblemente sinónimo de *G. barbadense* var. *darwinii*. Esta especie está reportada para Ecuador y hasta el momento no se tienen reportes referentes a su número cromosómico. Por esta razón, no se tiene la certeza de que esta especie pueda hibridizar con *G. hirsutum*. Con respecto a *G. mustelinum*, este nombre no es reconocido en Trópicos y en IPNI no está taxonómicamente definida, asimismo no se tienen reportes de su número cromosómico. Por lo tanto, se considera que esta especie tampoco puede hibridizar con *G. hirsutum*. En tal caso, sólo *G. tomentosum*, que crece en Hawai y *G. barbadense*, que sí está presente en México, ambos tetraploides, pueden hibridizar con el OGM.
4. Se tienen evidencias (análisis de isoenzimas y DNA) que han demostrado introgresión intraespecífica limitada entre las especies de *Gossypium* (Wendel *et al.*, 1994). Se han encontrado alelos específicos de *G. barbadense*, en poblaciones simpátricas (silvestres o ruderales) de *G. hirsutum* y en poblaciones silvestres de *G. barbadense* se han detectado alelos específicos de *G. hirsutum*, cuando las poblaciones son simpátricas (Ellstrand *et al.*, 1999).
5. *G. hirsutum* tiene flores hermafroditas (Fryxell, 1993) y generalmente se autopoliniza, pero en presencia de polinizadores adecuados puede mostrar polinización cruzada, lo cual sugiere que podría existir riesgo de flujo génico con poblaciones silvestres y cultivares de la misma especie, así como con parientes cercanos<sup>2</sup>. En México las poblaciones silvestres de *G. hirsutum* muestran una alta variación genética en comparación con las poblaciones cultivadas de esta especie, lo que resalta la importancia de la conservación de este germoplasma (Mei *et al.*, 2004, Wegier *et al.*, 2011).
6. Heuberger *et al.*, (2010) encontraron que la zona de influencia en la que puede haber flujo génico vía polen y por semilla entre algodón GM y no GM es de 3 kilómetros, tanto por la actividad de las abejas como los inherentes al manejo de la semilla por parte de los agricultores, aunque el porcentaje de flujo de más menos 1% es frecuente en distancias menores a 750 m. Ellos, de manera general concluyen que el cuidado en el manejo de la semilla por parte de los agricultores es más importante que la distancia que se genere para limitar el flujo de genes. En

<sup>1</sup> Sitios de colecta disponibles: Estos puntos se refieren a los sitios en donde se han colectado ejemplares de la(s) especie(s) que se mencionan. Los datos se obtuvieron a partir de la información existente en la base de datos del SIOVM alimentada a su vez por la base de datos general de fanerógamas del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB-CONABIO), de la Red Mundial de Información sobre Biodiversidad (REMIB) y de visitas a herbarios internacionales y nacionales.

<sup>2</sup> Por parientes cercanos se considera a las especies pertenecientes al mismo género.



CONABIO

DIRECCIÓN TÉCNICA DE ANÁLISIS Y PRIORIDADES  
COORDINACIÓN DE ANÁLISIS DE RIESGO Y BIOSEGURIDAD

Estados Unidos y otros países la distancia de aislamiento requerida para semillas de fundación es de 400 m.

7. Wegier *et al.* en 2010 y 2011, demuestran, que México es centro de origen y diversidad genética de *G. hirsutum* y sugiere que las "formas originales de algodón localizadas en Yucatán dieron lugar al desarrollo de cultivos en Yucatán y Guatemala, por lo que se conoce ésta última zona como aquel en que ocurrió una diversificación secundaria". Esto se basa en estudios realizados desde 2008, con información de bases de datos proporcionadas por la CONABIO, de revisión de especies en herbarios nacionales e internacionales, de colectas recientes y con la realización de estudios basados en filogenia y genética.
8. En estos mismos trabajos, los autores señalan que la distribución de *G. hirsutum* está constituido en México por ocho metapoblaciones<sup>3</sup> ubicadas en Baja California Sur, Pacífico Norte (Sinaloa y Nayarit), Bahía de Banderas (Nayarit), Pacífico Centro (Jalisco, Michoacán, Guerrero), Pacífico Sur (Guerrero, Oaxaca y Chiapas), Golfo Norte (sur de Tamaulipas y norte de Veracruz), Golfo sur (centro y sur de Veracruz) y Península de Yucatán (Campeche, Yucatán y Quintana Roo).
9. En los casos de poblaciones silvestres de *G. hirsutum*, recientemente se han identificado individuos en mas una metapoblación de algodón que presentan proteínas Cry1 AB y/o Cry1Ac y/o Cry2A y/o CP4EPSPS, en los estados de Sinaloa, Oaxaca y Veracruz (Wegier *et al.*, 2011).
10. De acuerdo a la información recabada en el Anuario Estadístico de la Producción Agrícola del Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), en México se ha cultivado *Gossypium hirsutum* L., en distintos estados del territorio mexicano. Información consultada en el SIAP (Tablas 2, 3 y 4).

Tabla 2. Sitios de cultivo de algodón en México de riego y temporal. Información consultada en el SIAP (ver mapas anexos) (SIAP, 2012).

Cultivo	Años	Estado	Sup. Sembrada (Ha.) (Riego + Temporal)
Algodón	2011	Chihuahua	111,891.40
		<b>Baja California</b>	32,481.00
		Coahuila	20,453.00
		<b>Sonora</b>	19,379.13
		Tamaulipas	7,329.45
		Durango	6,000.87
		Sinaloa	770.00
		Campeche	130.00
Yucatán	4.00		

<sup>3</sup> Individuos dentro de un mismo hábitat que se extinguen, colonizan y recolonizan parches limitados por factores, como la competencia y los recursos.



CONABIO

DIRECCIÓN TÉCNICA DE ANÁLISIS Y PRIORIDADES  
COORDINACIÓN DE ANÁLISIS DE RIESGO Y BIOSEGURIDAD

Tabla 3. Sitios de cultivo de algodón en Baja California de riego y temporal. Información consultada en el SIAP (SIAP, 2012).

Cultivo	Años	Municipios	Sup. Sembrada (Ha.) (Riego + Temporal)
Algodón	2003	Mexicali	13,433.00
	2004		17,697.00
	2005		20,112.00
	2006		23,481.00
	2007		20,643.00
	2008		19,719.00
	2009		16,760.60
	2010		19,630.00
	2011		32,481.00

Tabla 4. Sitios de cultivo de algodón en Sonora (San Luis Río Colorado) de riego y temporal. Información consultada en el SIAP (SIAP, 2012).

Cultivo	Años	Municipios	Sup. Sembrada (Ha.) (Riego + Temporal)
Algodón	2003	San Luis Rio Colorado	SD
	2004		
	2005		
	2006		
	2007		
	2008		
	2009		
	2010		
	2011		5,448.13

SD= Sin datos



CONABIO

DIRECCIÓN TÉCNICA DE ANÁLISIS Y PRIORIDADES  
COORDINACIÓN DE ANÁLISIS DE RIESGO Y BIOSEGURIDAD

11. Actualmente en la base de datos de Weed Science se reportan dos casos de malezas resistentes al herbicida glifosinato de amonio. *Eleusine indica* (L.) Gaertn. en 2009 en Malasia y *Lolium multiflorum* Lam. en 2010 en el estado de Oregon en los Estados Unidos de América.
12. Actualmente se han reportado 23 casos de resistencia a glifosato (glicinas) a nivel mundial (Weed Science, 2011). Uno de estos casos se reporta en México para el estado de Veracruz, sin embargo, no está asociada a cultivares GM, sino a plantaciones de cítricos. De este total de especies, 19 se distribuyen en México. (Tabla 5).

Tabla 5. Países donde han surgido los casos de resistencia a glifosato y la distribución de estas especies en México.

Especie	Países y años donde se reportan casos de resistencia	Distribución en México
<i>Amaranthus palmeri</i> S. Watson	Estados Unidos (Georgia 2005, Carolina del Norte 2005, Arkansas 2006, Tennessee 2006, 2009, New Mexico 2007, Alabama 2008, Georgia 2008, Mississippi 2008, Missouri 2008, Illinois 2010, Louisiana 2010, Michigan 2011, Virginia, 2011)	Aguascalientes, Baja California, Baja California Sur, Chihuahua, Coahuila, Colima, Durango, Guanajuato, Guerrero, Jalisco, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tamaulipas, Veracruz y Zacatecas
<i>Amaranthus tuberculatus</i> (Moq.) J.D. Sauer = <i>Amaranthus rudis</i> J.D. Sauer	Estados Unidos (Missouri 2005, Illinois 2006, Kansas 2006, Minnesota 2007, Iowa 2009, Mississippi 2010, Dakota del Norte 2011, Iowa, 2011)	NMX
<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	Estados Unidos (Arkansas 2004, Missouri 2004, Ohio 2006, Indiana 2007, Kansas 2007, Dakota del Norte 2007, Minnesota 2008)	Baja California, Chiapas, Chihuahua, Coahuila, Distrito Federal, Durango, Guanajuato, Jalisco, México, Morelos, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz y Zacatecas
<i>Ambrosia trifida</i> L.	Estados Unidos (Ohio 2004, 2006, Arkansas 2005, Indiana 2005, Kansas 2006, Minnesota 2006, 2008, Tennessee 2007, Iowa 2009, Missouri 2009, Mississippi 2010, Nebraska, 2010), Canadá (Ontario 2008)	Chihuahua, Coahuila, Sonora
<i>Bromus diandrus</i> Roth	Australia (sur de Australia, 2011)	Estado de México, Puebla



CONABIO

DIRECCIÓN TÉCNICA DE ANÁLISIS Y PRIORIDADES  
COORDINACIÓN DE ANÁLISIS DE RIESGO Y BIOSEGURIDAD

Espece	Países y años donde se reportan casos de resistencia	Distribución en México
<i>Chloris truncata</i> R. Br.	Australia (New South Wales 2010)	NMX
<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronquist	Sudáfrica (Western Cape 2003), España 2004, Brasil (Rio Grande do Sul 2005, Sao Paulo 2005), Israel 2005, Colombia (Caldas 2006), Estados Unidos (California 2007, 2009), Australia (New South Wales 2010), Portugal (Alentejo 2010)	Baja California Sur, Campeche, Chiapas, Distrito Federal, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán, Nayarit, Oaxaca, Querétaro, Quintana Roo, San Luis Potosí, Sinaloa, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz, Yucatán y Zacatecas
<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	Estados Unidos (Delaware 2000, Kentucky 2001, Tennessee 2001, Indiana 2002, Maryland 2002, Missouri 2002, New Jersey 2002, Ohio 2002, 2003, Arkansas 2003, Mississippi 2003, North Carolina 2003, Pennsylvania 2003, California 2005, Illinois 2005, Kansas 2005, Virginia 2005, Michigan 2007, Mississippi 2007, Oklahoma 2009, Iowa 2011), Brasil (Rio Grande do Sul 2005, Sao Paulo 2005), China (Ningpo 2006), España 2006, República Checa 2007	Aguascalientes, Baja California, Baja California Sur, Campeche, Chiapas, Chihuahua, Coahuila, Colima, Distrito Federal, Durango, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz, Yucatán y Zacatecas
<i>Conyza sumatrensis</i> (Retz.) E. Walker	España (Huelva 2009), Brasil 2011	Chiapas, Veracruz
<i>Cynodon hirsutus</i> Stent.	Argentina (2008)	NMX
<i>Digitaria insularis</i> (L.) Fedde	Paraguay (Paraguay 2006, 2008, Alto Paraná 2006, Caaguazu 2006, Caninde 2006), Brasil (Paraná 2008, Sao Paulo 2010)	Campeche, Chiapas, Coahuila, Durango, Guanajuato, Guerrero, Jalisco, México, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tamaulipas, Veracruz, Yucatán
<i>Echinochloa colona</i> (L.) Link	Australia (New South Wales 2007, Queensland 2009), Estados Unidos (California 2008), Argentina (Santa Fé 2009)	Aguascalientes, Baja California, Baja California Sur, Campeche, Chiapas, Chihuahua, Coahuila, Colima, Durango, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz, Yucatán y Zacatecas
<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.	Malasia 1997, Colombia (Caldas) 2006, Estados Unidos (Mississippi 2010, Tennessee 2011)	Aguascalientes, Baja California Sur, Campeche, Chiapas, Chihuahua, Coahuila, Colima, Distrito Federal,



CONABIO

DIRECCIÓN TÉCNICA DE ANÁLISIS Y PRIORIDADES  
COORDINACIÓN DE ANÁLISIS DE RIESGO Y BIOSEGURIDAD

Especie	Países y años donde se reportan casos de resistencia	Distribución en México
		Durango, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz, Yucatán y Zacatecas
<i>Kochia scoparia</i> (L.) Schrad.	Estados Unidos (Kansas, 2007)	Chihuahua, Coahuila, Distrito Federal, México, San Luis Potosí, Tamaulipas
<i>Leptochloa virgata</i> (L.) P.	México (Veracruz, 2010)	Campeche, Chiapas, Colima, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Oaxaca, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz, Yucatán.
<i>Lolium multiflorum</i> Lam. = <i>Lolium perenne</i> subsp. <i>multiflorum</i> (Lam.) (Husn.)	Chile (Región de Coquimbo 2001, Región de la Araucanía 2002, Región de los Lagos 2006, Región de la Araucanía 2007), Brasil (Rio Grande do Sul 2003, 2010), Estados Unidos (Oregon 2004, 2010, Mississippi 2005, Arkansas 2008), España (Jaén 2006), Argentina (Buenos Aires 2007 y 2008)	Baja California, Baja California Sur, Chiapas, Coahuila, Colima, Distrito Federal, Durango, Guanajuato, Jalisco, México, Michoacán, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Sinaloa, Tlaxcala, Veracruz y Zacatecas
<i>Lolium rigidum</i> Gaudin	Australia (Victoria 1996, 1999, New South Wales 1997, South Australia 2000, 2001, 2008, 2010, Western Australia, 2003), Estados Unidos (California 1998), Sudáfrica (Western Cape 2001, 2003), Francia 2005, España (Valencia 2006), Italia 2007, Israel 2007	NMX
<i>Parthenium hysterophorus</i> L.	Colombia (Cauca, 2004)	Aguascalientes, Campeche, Chiapas, Chihuahua, Coahuila, Colima, Durango, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz, Yucatán y Zacatecas
<i>Plantago lanceolata</i> L.	Sudáfrica (Western Cape 2003)	Aguascalientes, Baja California, Chiapas, Coahuila, Distrito Federal, Durango, Guanajuato, Hidalgo, México, Michoacán, Nuevo León, Puebla, Sonora y Veracruz
<i>Poa annua</i> L.	Estados Unidos (Missouri 2010)	Aguascalientes, Baja California, Baja



CONABIO

DIRECCIÓN TÉCNICA DE ANÁLISIS Y PRIORIDADES  
COORDINACIÓN DE ANÁLISIS DE RIESGO Y BIOSEGURIDAD

Especie	Países y años donde se reportan casos de resistencia	Distribución en México
		California Sur, Chiapas, Chihuahua, Coahuila, Distrito Federal, Durango, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Sonora, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz y Zacatecas
<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	Argentina (Provincia de Salta 2005, Provincia de Santa Fe 2006), Estados Unidos (Arkansas 2007, Mississippi 2008, Louisiana 2010)	Aguascalientes, Baja California, Baja California Sur, Campeche, Chiapas, Chihuahua, Coahuila, Colima, Distrito Federal, Durango, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz, Yucatán y Zacatecas
<i>Urochloa panicoides</i> P. Beauv.	Australia (New South Wales 2008)	Guanajuato, Jalisco, Michoacán, Nuevo León, Tamaulipas y Zacatecas

NMX= No se reporta la distribución de esta especie en México

Este análisis de riesgo se apega completamente al principio precautorio del protocolo de bioseguridad.

### Bibliografía

Antoniou M, Mostafa Habib MED, Howard C V, Jennings R C, Leifert C, Onofre Nodari R, Robinson C, Fagan J. 2011. Roundup and birth defects. Is the public being kept in the dark?. Earth open Source, June 2001. Disponible en <http://www.scribd.com/doc/57277946/RoundupandBirthDefectsv5..>

Arriaga Cabrera, L., E. Vázquez Domínguez, J. González Cano, R. Jiménez Rosenberg, E. Muñoz López, V. Aguilar Sierra (coordinadores). 1998. Regiones marinas prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.

Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coordinadores). 2000. Regiones terrestres prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.

Arriaga, L., V. Aguilar, J. Alcocer. 2002. "Agua continentales y diversidad biológica de México". Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.



CONABIO

DIRECCIÓN TÉCNICA DE ANÁLISIS Y PRIORIDADES  
COORDINACIÓN DE ANÁLISIS DE RIESGO Y BIOSEGURIDAD

Bayer de México S.A de C.V. 2012 (Sol. 092/2012). Solicitud de permiso para la liberación al ambiente del algodón genéticamente modificado GLT: GlyTol® \* TwinLink™ (GHB614 x T-304-40 x GHB119) en etapa experimental en los estados de Baja California y Sonora durante el ciclo agrícola P-V 2013.

Blanco *et al.* 2010. Susceptibility of isofamilies of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) to Cry1Ac and Cry1Fa proteins of *Bacillus thuringiensis*. *Southwestern Entomologist* 35 (3): 409-415.

Brubaker, C.L., F.M. Jason, A. Koontz & J.F. Wendel. 1993. Bidirectional Cytoplasmic and Nuclear Introgression in the New World Cottons *Gossypium barbadense* and *G. hirsutum* (Malvaceae). *American Journal of Botany* 80(10): 1203-1208.

Brubaker, C.L., F.M. Bourland & J.F. Wendel. 1999. The origin and domestication of cotton in: C.W. Smith & J.T. Cothren (Eds.) *Cotton: Origin, History, Technology and Production*. John Wiley & Sons, Inc. USA.

Dhuria, S. & G. Gujar. 2011. Field-evolved resistance to Bt toxin Cry1Ac in the pink bollworm, *Pectinophora gossypiella* (Saunders) (Lepidoptera: Gelechiidae), from India. *Pest Manag Sci* 67: 898-903

DOF. 2005. Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/Ley\\_BOGM.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/Ley_BOGM.pdf)

DOF. 2008. Reglamento de la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg\\_LBOGM.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LBOGM.pdf) (última reforma publicada DOF 06-03-2008).

Downes, S., T.L. Parker & R.J. Mahon. 2009. Frequency of alleles conferring resistance to the *Bacillus thuringiensis* Toxins Cry1Ac and Cry2Ab in Australian Populations of *Helicoverpa punctigera* (Lepidoptera: Noctuidae) from 2002 to 2006. *Journal of Economic Entomology* 102(2) 733-742

Freckleton, R.P. & A.R. Watkinson 2002. Large-Scale spatial dynamics of plants: Metapopulations, regional ensembles and patchy populations. *Journal of Ecology* 90: 419-434.

Fryxell, P.A. 1979. The natural history of cotton tribe (Malvaceae, Tribe Gossypieae). First edition. Texas A & M University Press. USA.

Fryxell, P.A. 1988. Malvaceae of Mexico. *Systematic Botany Monographs* Vol. 25. The American Society of Plant Taxonomists. USA.



CONABIO

DIRECCIÓN TÉCNICA DE ANÁLISIS Y PRIORIDADES  
COORDINACIÓN DE ANÁLISIS DE RIESGO Y BIOSEGURIDAD

Fryxell, P.A. 1993. Malvaceae A.L. Juss. En: Flora de Veracruz. Fascículo 68. Instituto de Ecología A.C. y Universidad de California, Riverside. Xalapa, Ver.

Gassman A.J., Petzold-Maxwell J.L., Keweshan R.S., Dunbar, M.W. 2011. Field-evolved resistance to Bt maize by Western corn rootworm. Plosone, 6(7): e22629. Doi:10.1371/journal.pone.0022629

Hanski, I. 1998. Metapopulations dynamics. Nature 396.

Heuberger, S., C. Eilers-Kirk, B.E. Tabashnik & Y. Carrière. 2010. Pollen- and -seed-mediated transgene flow in commercial cotton seed production fields. PLoS One 11(5): 1-8. <http://www.plosone.org>

Huber D.M. 2007. What about glyphosate-induced manganese deficiency? Fluid Journal, Fall2007. Disponible en línea en: <http://www.agweb.com/assets/import/files/58P20-22.pdf>

Index to Plant Chromosome Numbers (IPCN).  
<http://mobot.mobot.org/W3T/Search/ipcn.htm>

IPNI. <http://www.ipni.org/>

Levin, D.A. 1995. Metapopulations: an arena for local speciation. J. Evol. Biol. 8:635-644.

McGregor, S.E. 1976. Insect pollination of cultivated crop plants. Washington Department of Agriculture. [http://www.beeeculture.com/content/pollination\\_handbook/](http://www.beeeculture.com/content/pollination_handbook/)

National Academy of Sciences. 2010. Impact of Genetically Engineered Crops on Farm sustainability in the United States. Summary. <http://www.nap.edu/catalog/12804.html>

Notimex. 2011. Implementan en Mexicali operativo contra compra ilegal de algodón. Revista 2000 Agro, 21 de octubre 2011. <http://www.2000agro.com.mx/agroindustria/implementan-en-mexicali-operativo-contra-compra-ilegal-de-algodon/>

OGTR (2002) The Biology and Ecology of Cotton (*Gossypium hirsutum*) in Australia. Report to the Office of the Gene Technology Regulator, OGTR. [http://www.health.gov.au/internet/ogtr/publishing.nsf/Content/cotton-3/\\$FILE/biologycotton.pdf](http://www.health.gov.au/internet/ogtr/publishing.nsf/Content/cotton-3/$FILE/biologycotton.pdf)

Paganelli, A, Gnazzo V, Acosta H, López SL, Carrasco A: E. 2010. Glyphosate-based herbicides produce teratogenic effects on vertebrates by impairing retinoic acid signaling. Chem. Res. Toxicol. 23(10): 1586-1595

Richard S, Moslemi S, Sipahutar H, Benachour N, Seralini GE. 2005. Differential effects on glyphosate and Roundup on Human Placental Cells and Aromatase. Environ. Health Perspect., 113: 716-720.



CONABIO

DIRECCIÓN TÉCNICA DE ANÁLISIS Y PRIORIDADES  
COORDINACIÓN DE ANÁLISIS DE RIESGO Y BIOSEGURIDAD

Seralini GE, Clair E, Mesnage R, Gress S, Defarge N, Malatesta M, Hennequin D, Spiroux de Vendomois J. 2012. Long term toxicity of a Roundup herbicide and a Roundup-tolerant genetically modified maize. *Food and Chemical Toxicology*, 50(11):4221-4231

SIAP. [En línea] Anuario estadístico de la producción agrícola. Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera <http://www.siap.gob.mx> Consultado: 2012

SIOVM. Sistema de Información de Organismos Vivos Modificados SIOVM [En línea] [http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/bioseguridad/doctos/consulta\\_SIOVM.html](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/bioseguridad/doctos/consulta_SIOVM.html) Consultado: 2012

SNIB-CONABIO. SNIB. Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad. CONABIO. <http://www.conabio.gob.mx/institucion/snib/doctos/acerca.html>

Smith, C. Wayne. 1995. *Crop Production: Evolution, History, and Technology*. John Wiley and Sons, New York.

Stockwell, D.R.B. & I.R. Noble. 1992. Induction of sets of rules from animal distribution data: A robust and informative method of data analysis. *Math. Comput. Simul.* 33:385-390.

Stockwell, D.R.B. & D. Peters. 1999. The GARP modeling systems: problems and solutions to automated spatial prediction. *International Journal Geog. Inf. Sci.* 13:143-158.

Storer *et al.* 2010. Discovery and characterization of field resistance to Bt maize: *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in Puerto Rico. *Journal of Economic Entomology* 103(4): 1031-1038.

Van Deynze, A.E., F.J. Sundstrom & K.J. Bradford. 2005. Pollen-Mediated Gene Flow in California Cotton Depends on Pollinator Activity. *Crop Sci* 45:1565-1570.

Waltz E. 2010. Glyphosate resistance threatens Roundup hegemony. *Nature biotech*, 28(6):537-538.

Wegier-Briuolo A.L. 2005. Aislamiento por distancia de algodón (*Gossypium hirsutum*) en México: Consecuencias para el manejo de plantas transgénicas. Tesis de Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.

Wegier-Briuolo A.L. 2007. Informe final del proyecto "Validación de información de registros biológicos y de mapas de distribución puntual y de los modelos de áreas de distribución potencial de las especies del género *Gossypium* en México" bajo el proyecto 0051868. Continuación de la creación de capacidades institucionales y técnicas para la toma de decisiones en materia de bioseguridad. PNUD-CIBIOGEM, México, D.F.



CONABIO

DIRECCIÓN TÉCNICA DE ANÁLISIS Y PRIORIDADES  
COORDINACIÓN DE ANÁLISIS DE RIESGO Y BIOSEGURIDAD

Wegier-Briuolo A.L., V. Alavez-Gómez, L.O. Jardón-Barbolla, L. Moyers, D. Ortega del Vecchy y D. Piñero. 2010. Informe final del proyecto "Análisis para la determinación de los centros de origen y diversidad de las especies mexicanas del género *Gossypium*". Instituto de Ecología. México, D.F.

Wegier A., Piñeyro-Nelson A., Alarcón J., Gálvez-Mariscal A., Álvarez-Buylla E.R., y Piñero D. 2011. Recent long-distance transgene flow into wild populations conforms to historical patterns of gene flow in cotton (*Gossypium hirsutum*) at its centre of origin. *Mol Ecol*, 20: 4182-4194 doi: 10.1111/j.1365-294X.2011.05258.x.

W3Tropicos [En línea] Missouri Botanical Garden's VAST  
<http://mobot.mobot.org/W3T/search/vast.html> Consultado: 2012.





CONABIO

DIRECCIÓN TÉCNICA DE ANÁLISIS Y PRIORIDADES  
COORDINACIÓN DE ANÁLISIS DE RIESGO Y BIOSEGURIDAD

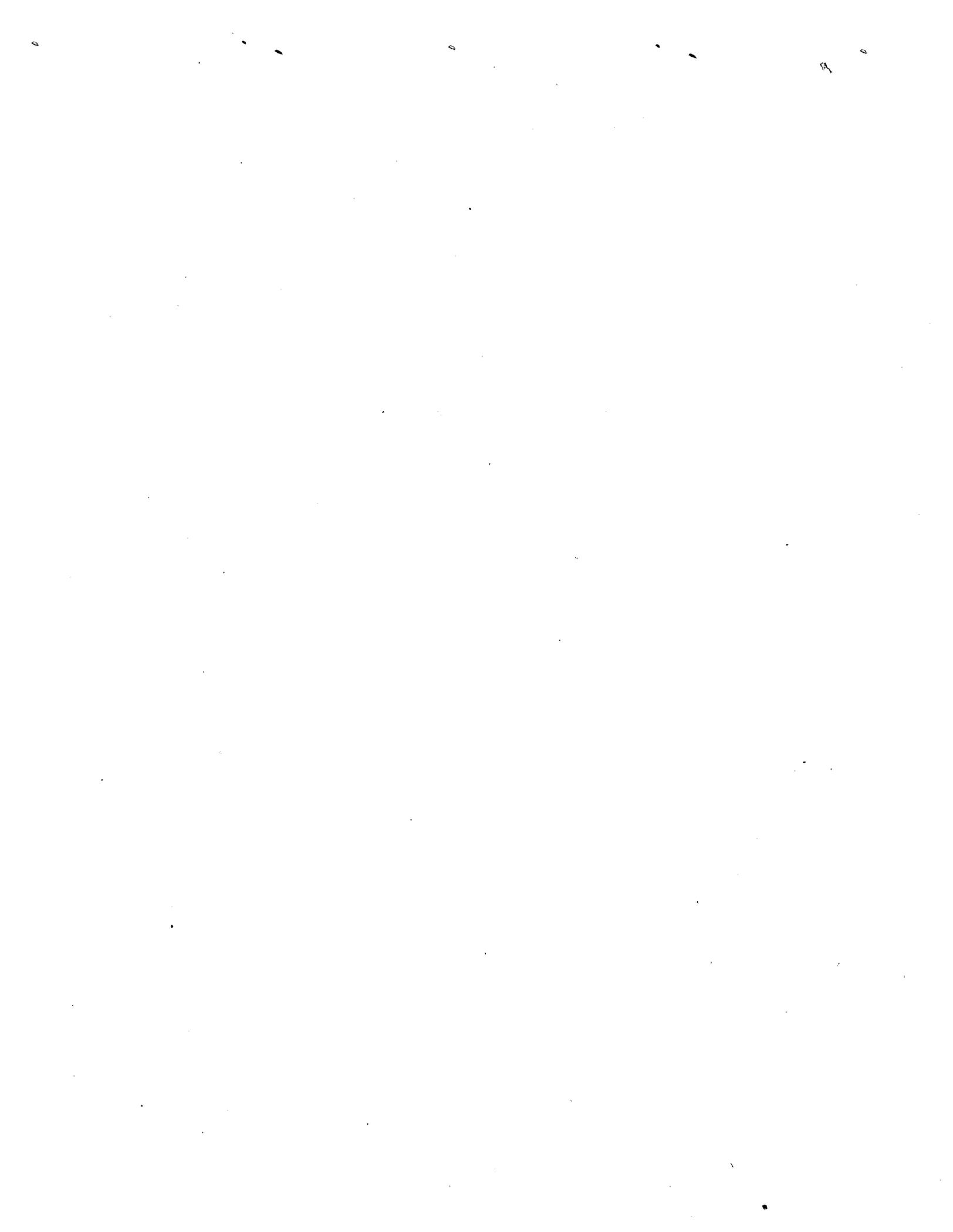
Ing. Alfonso Flores Ramírez  
Director General de Impacto y Riesgo Ambiental  
**PRESENTE**

Me refiero a su oficio S.G.P.A./D.G.I.R.A./D.G./9068 de fecha 12 de noviembre de 2012 recibido por CONABIO el 13 del mismo mes, relacionado a la solicitud No. 092/2012 para la liberación al ambiente de *Gossypium hirsutum* L. genéticamente modificado BCS-GHØØ4-7 x BCS-GHØØ5-8 x BCS-GHØØ2-5 (TwinLink® x GlyTol®), presentada por Bayer México S.A. de C.V., para liberar en etapa experimental durante el ciclo agrícola P-V 2013 en los estados de Baja California y Sonora.

Sobre el particular, y con fundamento en lo dispuesto por los artículos 6° fracción IV del Acuerdo por el que se crea la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y 27 fracción XX del Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, a continuación me permito emitir la siguiente opinión técnica vinculante, misma que se basó en el análisis de riesgo por flujo génico que se adjunta al presente:

#### OPINIÓN TÉCNICA VINCULANTE

1. **No se considera viable** la liberación en etapa experimental de *Gossypium hirsutum* L. genéticamente modificado BCS-GHØØ4-7 x BCS-GHØØ5-8 x BCS-GHØØ2-5 (TwinLink® x GlyTol®), presentada por Bayer México S.A. de C.V., dentro del polígono propuesto en los estados de Baja California y Sonora.





## C O N A B I O

México D. F., a 03 de diciembre de 2012  
Of. DTAP/454/2012

**MVZ. Octavio Carranza de Mendoza**  
**Director General de Inocuidad Agroalimentaria, Acuícola y Pesquera**  
**Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria**  
**SAGARPA**

**Dr. Javier Trujillo Arriaga**  
**Director General de Sanidad Vegetal**  
**Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria**  
**SAGARPA**

Me refiero a su oficio B00.04.03.02.-9992/2012 del 08 de noviembre de 2012, recibido por esta Comisión Nacional el 12 de noviembre de 2012, por el que nos solicitan que les informemos si en los archivos, bases de datos y/o estudios con los que cuenta la CONABIO existe información que permita establecer que los sitios de liberación propuestos en las solicitudes de liberación al ambiente **073, 091 y 092 de 2012**, cumplen con los supuestos del artículo 87 fracciones I y II de la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados. Con base en el análisis realizado para atender su petición le informamos que:

Para la solicitud **073 de 2012**:

- No se encuentran sitios de colecta de especies del género *Gossypium* dentro de los sitios solicitados.

Para la solicitud **091 de 2012**:

- Se encuentran sitios de colecta de la especie *G. hirsutum* dentro del sitio solicitado (ver figuras 4 a 6).
- Dentro del sitio de liberación solicitado se encuentra presente la distribución de la metapoblación de *G. hirsutum* Golfo Norte (ver figuras 5 y 6).

Para la solicitud **092 de 2012**:

- No se encuentran sitios de colecta de especies del género *Gossypium* dentro del sitio solicitado.

A pesar de la información que le proporcionamos, esta Comisión Nacional no cuenta con la información y el conocimiento necesario como para aseverar que se cumplan o no los supuestos del 87<sup>1</sup> de la LBOGM.

<sup>1</sup> **ARTÍCULO 87.-** Para la determinación de los centros de origen y de diversidad genética se tomarán en cuenta los siguientes criterios:  
I. Que se consideren centros de diversidad genética, entendiéndose por éstos las regiones que actualmente albergan poblaciones de los parientes silvestres del OGM de que se trate, incluyendo diferentes razas o variedades del mismo, las cuales constituyen una reserva genética del material, y  
II. En el caso de cultivos, las regiones geográficas en donde el organismo de que se trate fue domesticado, siempre y cuando estas regiones sean centros de diversidad genética sean centros de diversidad genética.



## C O N A B I O

En el documento anexo describimos el análisis realizado en el que se basa esta opinión, así como 9 figuras con mapas donde se observan no solamente los sitios de colecta más cercanos sino todos los registros que tenemos en las zonas referidas. Nuestro análisis se basó en los registros con los que cuenta la CONABIO al día de hoy, lo que no quiere decir que no existan otros en las zonas analizadas con los que no contemos.

Si requirieran de algún comentario adicional al respecto con mucho gusto se lo podemos proporcionar.

Sin otro particular les envío un cordial saludo.

**Atentamente**

**Dra. Francisca Acevedo Gasman**

FAJGSC/MAO

c.c.e.p. Dr. Francisco Barnés Regueiro. Presidente del Instituto Nacional de Ecología. INE.  
c.c.e.p. Dr. José Sarukhán Kermez. Coordinador Nacional. CONABIO.  
c.c.e.p. Dr. Pedro Brajcich. Director General del INIFAP.  
c.c.e.p. MVZ. Enrique Sánchez Cruz. Director en Jefe del SENASICA. SAGARPA.  
c.c.e.p. Lic. Roberto Aguilera Hernández. Director General Jurídico del SENASICA. SAGARPA.  
c.c.e.p. Geog. Carlos Guerrero Elemen. Director General de Geografía y Medio Ambiente. INEGI.  
c.c.e.p. Ing. Víctor Eduardo Sosa Cedillo. Coordinador General de Conservación y Restauración. CONAFOR.  
c.c.e.p. Lic. Luis Alberto López Carbajal. Director General del Sector Primario y Recursos Naturales Renovables. SEMARNAT.  
c.c.e.p. Dra. Patricia Koleff. Directora de Análisis y Prioridades. CONABIO.  
c.c.e.p. Lic. Karina Sánchez Dorantes. Asesora Jurídica. CONABIO.  
c.c.e.p. M. en C. Arturo Peláez Figueroa. Subdirección de Enlace y Transparencia. CONABIO. Turno SE 0852, SERVEXT 13472.

## Formulario de datos fenotípicos

Solicitud: 092/2012

Organismo genéticamente modificado: BCS-GH004-7 x BCS-GH005-8 x BCS-GH002-5 (TwinLink® x GlyTol®)

Promovente: Bayer de México S.A. de C.V.

Fenotipo: Protección contra el ataque de insectos lepidópteros y tolerancia a herbicidas glufosinato de amonio (TwinLink®) y glifosato (GlyTol®)

Modificación genética: Inserción de los genes *cry1Ab*, *cry2Ae*, *bar* (TwinLink®) y *2mepsps* (GlyTol®)Organismo receptor: *Gossypium hirsutum* L. 1763, cultivada y silvestre.Parientes silvestres<sup>1</sup> en México con posibilidad de hibridación y de progenie fértil: *G. hirsutum* y *G. barbadense*Sitio(s) de liberación solicitados<sup>2</sup>: Estados de Baja California y Sonora (ver formulario geográfico)Sección I: Antecedentes de comportamiento de maleza<sup>3</sup> e Invasivo<sup>7</sup>

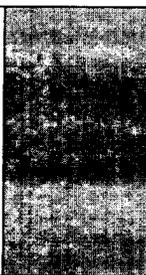
Antecedentes de comportamiento de maleza <sup>3</sup> del organismo receptor (r) y de parientes silvestres (s) con posibilidad de hibridación con el OGM	Sí		No		OBSERVACIONES
	(r)	(s)	(r)	(s)	
1) ¿La especie receptora no modificada (r) y sus parientes silvestres (s) presentes en México se encuentran en la lista de especies de las siguientes páginas web?					
a) A Global Compendium weeds <sup>4</sup> <a href="http://www.hear.org/gcw/">http://www.hear.org/gcw/</a>					En esta base se reporta a <i>Gossypium hirsutum</i> como especie naturalizada, invasora casual, que invade ecosistemas naturales y como maleza, respecto a <i>Gossypium barbadense</i> se reporta bajo el estatus como escapada del cultivo, que invade ecosistemas naturales, naturalizada y maleza.
b) Malezas de México <sup>5</sup> <a href="http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/2inicio/home-malezas-mexico.htm">http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/2inicio/home-malezas-mexico.htm</a>					
c) Catálogo de Malezas de México <sup>6</sup> (Villaseñor y Espinosa, 1998)					
d) Otras fuentes <a href="http://plants.usda.gov/java/">http://plants.usda.gov/java/</a>					De acuerdo a esta página <i>G. hirsutum</i> puede llegar a ser maleza o invasiva esto basado en la información de Southern Weed Science Society (1998). Para el caso de <i>G. barbadense</i> solo se reporta como una planta introducida.
Antecedentes de comportamiento de Invasivo <sup>7</sup>	(r)	(s)	(r)	(s)	OBSERVACIONES
a) Global Invasive Species Databases <a href="http://www.issg.org/database/welcome/">http://www.issg.org/database/welcome/</a>					
b) Center of Invasive Species and Ecosystem Health (NAPPO) <a href="http://www.invasive.org/">http://www.invasive.org/</a>					

## Sección II: Sobre características fenotípicas relacionadas a malezas o potencial invasivo

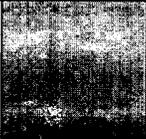
Características fenotípicas relacionadas a malezas o a especies con potencial de invasividad del organismo receptor (r) o parientes silvestre (s) con probabilidad de hibridación con el OGM. (Baker, 1965, FAO 2005)	Sí		No		OBSERVACIONES
2) ¿La especie receptora no modificada (r), los parientes silvestres (s), presentan las siguientes características:	(r)	(s)	(r)	(s)	
a) ¿Producción de gran cantidad de semillas?					El fruto de <i>Gossypium hirsutum</i> , es una capsula dehiscente de tres a 5 loculos que contienen 5 o mas semillas formando una cantidad considerable de semillas por individuo, el numero de flores por planta, es variable dependiendo, la calidad y cantidad de nutrientes disponibles en el suelo.
b) ¿La producción de semillas se realiza en forma continua?		S/D		S/D	El desarrollo de la planta de algodón es en forma escalonada, por lo que la producción de semilla también lo es, se considera que el ciclo de vida de un cultivo de algodón es de 135 días aproximadamente.

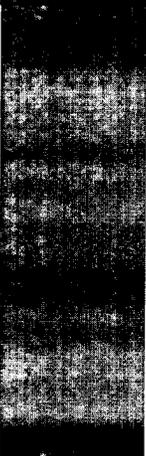
c) ¿La germinación se lleva a cabo en amplio rango de condiciones?					Se requiere de una temperatura cercana a los 30 °C, para un buen desarrollo del cultivo, ya que cuando la temperatura sobrepasa este nivel o se sitúa por debajo de los 15°C la germinación de las plantulas de ve afectada. La humedad del suelo es del 90% de capacidad de campo. Las regiones mas adecuadas para el cultivo del algodón estan localizadas a latitudes de entre 0 a los 500 msnm, al cultivarse por arriba de los 1000 msnm los rendimientos y la calidad del producto se ven deteriorados. Los mejores suelos para el cultivo son los que esten bien aireados, con buena retención de agua y ricos en materia orgánica.
d) ¿Las semillas son viables por largos períodos? (más de un año)					La existencia de un banco de semillas en el suelo parece improbable, porque las semillas que se dispersan involuntariamente no germinan ya que sufren un rápido intemperismo, disminuyendo significativamente la viabilidad. Para el caso de <i>G. hirsutum</i> se considera que las accesiones de algodón "primitivas" tienen un alto porcentaje de "semillas duras" por lo tanto son impermeables y tienen un retraso en la germinación, este mecanismo es positivo para la sobrevivencia de especies silvestres de algodón. Sin embargo en relación a las plantas cultivadas las semillas de testa dura es un rasgo agronómico indeseable por lo que se les ha eliminado en las semillas de cultivares comerciales de algodón (Mauncy, 1986).
e) ¿La transición de la fase vegetativa a la fase reproductiva se realiza en un corto período?		S/D			El ciclo del desarrollo del algodonoero, se divide en tres fases. Vegetativa, desde la fecha de siembra hasta el momento de la aparición del primer capullo transcurren 30-35 días, a partir de la aparición del primer capullo hasta el final de la floración son 40-45 días, la fase de maduración es desde el fin de la floración hasta la cosecha de 50 a 55 días.
f) ¿Capacidad de autopolinizarse?					
g) ¿Presenta reproducción vegetativa?					
h) ¿Planta acuática?					
i) ¿Produce espinas, púas, adherencias?					
j) ¿Especie rastrera o trepadora?					
k) ¿Transporte de polen por polinizadores no especialistas (principalmente insectos) o viento?					Los agentes de polinización son principalmente los insectos del orden Hymenoptera ( <i>Anthophora spp.</i> , <i>Apis dorsata</i> , <i>A. florea</i> , <i>A. indica</i> , <i>A. mellifera</i> , <i>Bombus spp.</i> , <i>Elis thoracica</i> , <i>Helictus spp.</i> , <i>Megachile spp.</i> , <i>Melissodes spp.</i> ) En ausencia de polinizadores las flores son autopolinizadas, pero si hay presencia de polinizadores éstos pueden contribuir al entrecruzamiento de 50% al 80%. (Oosterhuis, y Jernstedt, 1999).
l) ¿Posee adaptaciones o mecanismos especiales para su dispersión?					La semilla de algodón con la fibra rizada es comunmente usada como almacenamiento para la alimentación del ganado, por lo tanto la semilla tiene un alto potencial de dispersión en otros habitats donde no se produce algodón. Estudios en Australia indican que la semilla tiene un riesgo bajo de una dispersión involuntaria, sin embargo, el mecanismo puede ser mecanico en el momento de la dehiscencia del fruto ya que el fruto es seco e indehisciente con dehiscencia loculicida, las semillas quedan expuestas ante la dehiscencia del fruto.
En el caso que la especie receptora de acuerdo a la preguntas 1 y 2 pueda considerarse como maleza y/o con potencial invasivo contestar la 3, si no pasar a la 4					
<b>Sección III: Sobre el potencial de Establecimiento</b>					
3) ¿Cuáles son en México las zonas de similitud ecológica donde puede establecerse la especie receptora?	Mexico es el centro de diversidad de este género, por ende, existen condiciones ecológicas idoneas para su crecimiento.				
<b>Sección IV: Sobre la posibilidad de flujo de genes entre parientes silvestres considerados maleza y el OGM y viceversas (apoyarse en formulario biológico y geografico)</b>					
	Sí	No	En el caso de cultivos OGM con características de resistencia a insectos y/o herbicidas si hay potencial de flujo de genes hacia malezas emparentadas se podrían crear malezas más adaptadas y agresivas en la naturaleza (FAO, 2004).		
4a) ¿La planta silvestre considerada maleza crece cercana al sitio donde se pretende liberar del cultivo OGM?. Si es si ir a la 4b si no pasar a la 5	N/A		Aunque <i>G. hirsutum</i> y <i>G. barbadense</i> son consideradas malezas en algunos otros países, en México no se tiene reporte de ello.		

4b) Coinciden los tiempos de floración OGM vs parientes silvestres considerados maleza	N/A		
<b>Sección V: Sobre los estudios de caracterización agronómica-fenotípica del OGM</b>			
	<b>Sí</b>	<b>No</b>	<b>El OGM solicitado presenta resistencia a lepidópteros, al glifosato y al glufosinato de amonio</b>
5) ¿El solicitante presenta estudios de evaluaciones fenotípicas del OGM, en relación con el organismo receptor no modificado? ( p.ej. tamaño flores, semillas, hojas, coloración etc)			El promovente incluye un resumen de comparaciones fenotípicas entre el algodón TwinLink y la variedad Coker llevado a cabo en Estados Unidos y otros entre el algodón GlyTol y la variedad convencional Coker, donde se visualiza que no hay diferencias significativas. El promovente señala, que uno de los objetivos de esta liberación, es comparar la equivalencia fenotípica del Algodón TwinLink x GlyTol con su contraparte convencional; aunque su método no es muy específico, y no presenta una metodología como tal, donde especifique técnicas que se llevarán a cabo.
6) Se reportan estudios fisiológicos del OGM en relación a cambios en la tolerancia a condiciones ambientales, reproducción (viabilidad de polen, tiempo de floración), características agronómicas (vigor, producción de cultivo) susceptibilidad a insectos, microorganismos etc.			
<b>En el caso de una respuesta afirmativa para la pregunta 5 y 6 contestar las preguntas 7 y 8 si es no entonces pasar a la pregunta 9</b>			
7) Si se presentan estudios ¿en donde fueron realizados y cual fue el período de tiempo de éstos?		N/A	
8) ¿Los estudios de comparación fenotípica fueron entre el OGM y el equivalente genético no transformado más cercano?		N/A	
<b>Sección VI: Sobre los antecedentes de siembra y manejo del cultivo</b>			
	<b>Sí</b>	<b>No</b>	
9) ¿Se conoce si el cultivo OGM se ha estado sembrando en los mismos sitios solicitados, durante cuanto tiempo y si durante este tiempo ha habido rotación de cultivos?			Se conoce que esta sería la tercera ocasión en la que se solicita este evento en esta región, obteniéndose permisos de liberación en las solicitudes anteriores, sin embargo, el promovente ha decidido no llevar a cabo estas liberaciones. El promovente señala como una práctica de control de malezas, la rotación de cultivo, pero no especifica si la empleará, o si se empleando en esta región.
10) Si se cuenta con dicha información ¿qué cultivo ha sido por el cual se ha rotado?, es también un OGM o no?, si es OGM que evento?	S/D	S/D	
<b>Sección VII: Sobre el fenotipo de resistencia a herbicidas</b>			
11) ¿Existen reportes de resistencia de malezas (asociadas al cultivo) hacia los herbicidas utilizados?	<b>Sí</b>	<b>No</b>	
a) Weed Science <sup>10</sup> <a href="http://www.weedscience.org/In.asp">http://www.weedscience.org/In.asp</a>			Para México existe ya el reporte de un biotipo de <i>Leptochloa virgata</i> resistente a glifosato, en huertos del estado de Veracruz. Adicionalmente, de las 23 especies de malezas para las que se ha reportado la existencia de biotipos resistentes al glifosato, 18 se encuentran en México. De estas <i>Amaranthus palmeri</i> , <i>Ambrosia artemisiifolia</i> , <i>Euphorbia heterophylla</i> , <i>Echinochloa colona</i> , <i>Eleusine indica</i> y <i>Sorghum halepense</i> son reportadas por Villaseñor y Espinosa (1998) en cultivos de algodón, y además presentan algún tipo de invasividad en ambientes en México. Para el caso de glufosinato de amonio se han reportado 2 casos, aunque en México no existen reportes de resistencia (ver tabla de casos de resistencia en la recomendación).
b) Otras fuentes			
12) ¿De las malezas que presentan resistencia a herbicidas, se reporta comportamiento invasivo en México?	<b>Sí</b>	<b>No</b>	

<p>a) Sistema de información sobre especies invasoras en México  <a href="http://www.cónabio.gob.mx/invasoras/index.php/Por%20ruta">http://www.cónabio.gob.mx/invasoras/index.php/Por ruta</a></p>		<p><i>Amaranthus palmeri</i>, <i>Ambrosia artemisiifolia</i> y <i>Euphorbia heterophylla</i> aunque son especies nativas, se consideran invasivas si son introducidas a otras partes del país, aunque no se señala con exactitud donde se reportan así. <i>Echinochloa colona</i> y <i>Eleusine indica</i> se reportan como establecidas en México y se distribuyen en todo México, la primera de ellas habita principalmente en orillas de caminos y parcelas, <i>E. indica</i> habita terrenos inundables, orillas y terrenos de cultivo, jardines y lugares abiertos, es una planta que resiste el pisoteo. <i>Sorghum halepense</i> es una especie establecida en México y su introducción es a través del transporte de bienes y personas, fenómenos naturales y por actividades humanas. Es ruderal y arvense y es especialmente característico de las vías de ferrocarril.</p>
<p>b) Otras fuentes</p>		

**Sección VIII: Sobre el fenotipo de resistencia a plagas**

<p>13) ¿El promotor menciona hacia que plagas están dirigidas las proteína Cry que expresa este OGM?</p>		<p>Mencionan que las proteínas expresadas del OGM, Cry1Ab y Cry2Ae dan protección a la planta contra el ataque de insectos lepidópteros como son: el complejo bellotero (<i>Heliothis virescens</i> Fabricius y <i>Helicoverpa zea</i> Boddie), gusano rosado (<i>Pectinophora gossypiella</i> Saunders), gusano soldado (<i>Spodoptera exigua</i> Hubner) y gusano cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i> Smith)</p>
--	---	--

<p>14) ¿Las plagas blanco mencionadas son importantes en México para la especie cultivada?</p>		<p>La literatura señala que en México son 7 las plagas de mayor importancia en la producción del cultivo de algodón, éstas comprenden al gusano rosado (<i>Pectinophora gossypiella</i> Saunders), picudo (<i>Anthonomus grandis</i>), gusano tabacalero (<i>Heliothis virescens</i> Fabricius), gusano bellotero (<i>Helicoverpa Zea</i>), gusano soldado (<i>Spodoptera exigua</i>), mosca blanca (<i>Bemisia argentifolii</i>) y conchuela (<i>Chlorochroa ligata</i>) (Traxler, 2004). Por otra parte, en la NOM-026-FITO-1995, se establece el control de plagas del algodonnero mencionando "...que de las plagas de importancia económica y/o cuarentenaria destacan el gusano rosado (<i>Pectinophora gossypiella</i> Saunders), el picudo (<i>Anthonomus grandis</i> Boheman) y el complejo gusano bellotero (<i>Heliothis zea</i> Bodie y <i>H. virescens</i> Fabricius..." estableciéndose los estados y municipios donde se deben aplicar medidas fitosanitarias para combatir la presencia de estas plagas, no encontrándose en dicha norma a Tecomán, Colima, sin embargo, la norma establece que todas las áreas geográficas productoras de algodón en todo el territorio nacional deben aplicar control fitosanitaria para prevenir, controlar y combatir al complejo del gusano bellotero. La información encontrada indica entonces que este evento va dirigido a plagas de importancia en el país. en el siguiente cuadro se presenta información sobre algunas plagas de importancia en México:</p>
--	--	---

Nombre científico	Clasificación	Nombre Común	Modo de acción	Región
<i>Heliothis virescens</i>	Lepidoptera	Gusano	Las larvas se alimentan preferencialmente de los capullos y jóvenes tallos, pero también de las hojas (Yang, 1990)	Se restringe a América (Yang, 1994) En México es abundante en sonora Sur y Sinaloa (Martínez y Pacheco, 2004)
<i>Anthonomus grandis</i>	Noctuidae	Gusano de la vena	Los adultos sólo se alimentan de azúcares y aminoácidos en forma de néctar. Los neófitos de algodón son una fuente importante de azúcares.	Importante plaga en Tamaulipas (Terdin-Hargis, et al, 2005) y Coahuila Laguna (Escobedo-Salva et al, 2014)

Sobre el				
Helioverpa Zea	Lepidoptera Noctuidae	Gusano belotero	Las larvas se alimentan preferencialmente de los capullos y jóvenes bolas, pero también de las hojas (King, 1994). Los adultos sólo se alimentan de azúcares y aminoácidos en forma de néctar. Los nectarios de algodón son una fuente importante de azúcares.	Se restringe a América. Importante en Chihuahua, Sonora norte y sur Comarca Lagunera (Escobedo-Salas et al, 2004)
Pectinophora gossypiella	Lepidoptera Gelechiidae	Gusano rosado	Las larvas se alimentan de botones florales, flores, bolas y semillas, el daño en las semillas es el más serio porque evita el su desarrollo, y como consecuencia detiene el desarrollo de la bola disminuyendo así la calidad de la fibra. Los adultos se alimentan de azúcares (Ingram, 1994)	Distribución amplia se ha registrado en casi todos los países productores de algodón. Comarca Lagunera (Escobedo-Salas et al, 2004) Importante en Baja California, Norte de Sonora, Chihuahua y Región Lagunera
Agrotis spp	Lepidoptera Noctuidae	Gusanos trazadores comunes	Estos gusanos se presenta desde la época de la nacerencia hasta al adreco del cultivo, las larvas durante el día permanecen enterradas cerca de la planta pero en la noche se alimentan de los tallos F. Subterráneo muerde la planta por debajo de la superficie del suelo (Machain et al 1975)	Amplia distribución mundial
Spodoptera exigua	Lepidoptera Noctuidae	Gusano Soldado	Se alimenta de tejido vegetativo y puede llegar a atacar fructificaciones como baidros, bellotas (Machain et al 1975)	Plaga secundaria en el Valle de Mexicali (Machain et al 1975)
Bemisia argentifolii		Mosquita blanca de la hoja plazada		Distribución amplia en casi todas las regiones algodoneras de México
Azithoonini 4 granitos	Coleoptera Curculionidae	Picudo del algodón	Se alimenta principalmente de polen	Importante en Chihuahua, Sur de Sonora y Tamaulipas (Terán-Vargas, et al, 2013)
Chlorochro o ligeto		Conchuela		Importante en la Comarca Lagunera (Escobedo-Salas et al, 2004)

15) ¿El promovente propone medidas para retrasar la resistencia de las plagas a las proteínas Cry que expresa el OGM?

El promovente señala que implementará estrategias de manejo integrado de plagas (MIP) basado principalmente en refugios e indican que pueden ser del tipo de 80:20 y 96:4 con base a lo recomendado por la SAGARPA. También se señala que el hecho de que el evento apilado exprese dos proteínas: *Cry1Ab* y *Cry2Ae* constituye en una nueva herramienta para retrasar de manera efectiva la aparición de resistencia a las toxinas de Bt en las poblaciones de insectos plaga.

**Sección IX: Sobre otros fenotipos que presente el OGM**

	Sí	No
16) ¿El OGM presenta algún otro fenotipo no contemplado en las secciones VII y VIII?		

Notas
Este Formulario analiza los requisitos para los permisos de liberación al ambiente descritos en la fracción I inciso d, y fracción III incisos c), d) y e) del artículo 16 del RLBOGM.
<sup>1</sup> Consultar formulario biológico
<sup>2</sup> Consultar formulario geográfico
<sup>3</sup> Maleza: El término de maleza puede ser muy amplio y es un concepto que diferirá según los criterios de diferentes autores por ejemplo según Villaseñor y Espinosa, 1998 las malezas son " <i>aquellas plantas silvestres que crecen en ambientes antropogénicos</i> " y por tanto malezas pueden ser las plantas que prosperan en tierras de cultivos (arvenses) además de las plantas que prosperan en las orillas de las vías de comunicación y en los alrededores de la habitación humana (ruderales). En la NOM 043-FITO-1999 se define como maleza a las " <i>especies vegetales o partes de los mismos que afectan los intereses del hombre en un lugar y tiempo determinado</i> ". Para efectos de este formulario de la pregunta 1)a a la 1)e se toma en cuenta solo si la especie o especies están presentes en las bases de datos que se hacen mención respetando los criterios que dichas bases de datos tuvieron para darles el estatus de maleza. Para la pregunta 2 se toman en cuenta las características que de acuerdo a Baker, 1965 y la FAO, 2005 son características importantes que definen a una maleza
<sup>4</sup> A Global Compendium weeds: Base de datos muy general que enlista especies de plantas que han sido citadas como "malezas" comprende 990,000 taxa de 650 fuentes (285 de fuentes relacionadas a malezas) a cargo de Rod Randall y el cual incluye un glosario para distinguir el estatus de la planta reportada (p. ej. exótica, maleza cuarentenaria, maleza medio ambiental etc).
<sup>5</sup> Malezas de México: Base de datos con lista de especies consideradas maleza que se encuentran en México incluye fotos y fichas descriptivas, a cargo Heike Vibrans
<sup>6</sup> Catálogo de Malezas de México: Listado de especies de malezas catalogadas por familia, por entidad federativa y por cultivo que se encuentran en México (Villaseñor y Espinosa, 1998)
<sup>7</sup> Invasividad: Según Richardson <i>et al</i> ; 2000 la invasión es un proceso que " <i>requiere que plantas introducidas produzcan progenie en áreas distintas a los sitios de introducción</i> " (aproximadamente: >100m en <50 años para un taxa que se propague por semillas u otros propágulos; 6m/3años para taxa que se extienden por raíces, rizomas y estolones).
<sup>8</sup> Global Invasive Species Database: Es una base de datos que recopila información mundial a cargo del grupo de especialistas de especies invasivas ISSG por sus siglas en inglés de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN)
<sup>9</sup> Resistencia: según la HRAC (Herbicide Resistance Committee) " <i>es la habilidad/aptitud heredable de una población para sobrevivir y reproducirse después de una repetida exposición a una dosis de herbicida que normalmente es letal al tipo silvestre. La resistencia puede ser inducida por técnicas de ingeniería genética o selección de variantes producidas por cultivo de tejidos o mutagénesis</i> ". Para efectos de la confirmación de casos de resistencia en la base de datos Weed Science toman en cuenta la siguiente definición: " <i>Es la capacidad que evoluciono a partir de una población de maleza susceptible a herbicida y que completa su ciclo de vida cuando el herbicida es usado en dosis normales en una situación de agricultura</i> " tomado de Heap y Lebrán, 2001
<sup>10</sup> Weed Science.org es una base de datos soportada por HRAC Herbicide Resistance Action Committee (HRAC), North American Herbicide Resistance Action Committee (NAHRAC) y la Weed Science Society of América (WSSA), la cual compila todos los casos de resistencia en el mundo abriendo la posibilidad a que cualquier investigador o agricultor pueda reportar casos de resistencia siempre y cuando cumpla con los criterios de confirmación de resistencia que principalmente deben cumplir con la definición arriba señalada

Simbología:	
La información es suficiente y permite contestar de forma categórica.	
La información no es suficiente y no permite contestar de forma categórica	
Sin datos	S/D
No aplica	N/A

### Conclusiones del formulario de datos fenotípicos, parientes silvestres considerados maleza y OGM

Las características fenotípicas del OGM, no representan un riesgo de que *G. hirsutum*, pueda convertirse en maleza. A pesar que en varios países el algodón es reportado como algún tipo de maleza, (maleza casual, escape de cultivo, planta naturalizada) en ninguna de estas categorías se considera una amenaza; su ciclo de vida es relativamente largo ya que es de más tres meses, desde la germinación, hasta la liberación de las semillas del fruto; además, requiere de ciertas condiciones medioambientales para poder germinar y establecerse.

Es necesario dar seguimiento puntual a la utilización (desmedida inclusive) del glifosato en campo que ha conllevado ya a la aparición de resistencia al mismo por parte de ciertas malezas. Existen reportes científicos que indican que han aumentado los casos de evolución de resistencia a un número de herbicidas en campo y en particular al glifosato, en especial en regiones donde se ha adoptado la tecnología que incluye en su paquete el uso de alguno de estos herbicidas de manera casi exclusiva.

Para México existe ya el reporte de un biotipo de *Leptochloa virgata* resistente al glifosato, en huertos del estado de Veracruz. Adicionalmente, de las 23 especies de malezas para las que se ha reportado la existencia de biotipos resistentes al glifosato, 18 se encuentran en México. De estas *Amaranthus palmeri*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Euphorbia heterophylla*, *Echinochloa colona*, *Eleusine indica* y *Sorghum halepense*, son reportadas por Villaseñor y Espinosa (1998) en cultivos de algodón y además presentan algún tipo de invasividad en ambientes en México. En el caso de glufosinato de amonio, el número de especies resistentes es mucho menor, ya que hasta la fecha se reportan solo dos, *Lolium multiflorum* (Oregon USA, 2010) y *Eleusine indica*, (Malasia, 2009); sin embargo para ambas especies se han reportado biotipos que presentan resistencias múltiples a herbicidas de distintos grupos, y algunos de estos casos han surgido en distintos países. *E. indica*, además, presenta rasgos de invasividad, lo que aumentaría el riesgo en caso de que surgieran biotipos resistentes en nuestro país.

Como se ha mencionado en recomendaciones anteriores, para solicitudes de liberación al ambiente de organismos genéticamente modificados con tolerancia a glifosato, es preocupante para esta Comisión Nacional que aparezcan casos de biotipos resistentes, ya que esto podría tener un serio efecto negativo en el manejo agrícola en general. La conclusión a la que han llegado los científicos es que este problema surge a partir de un mal "manejo" de la tecnología, que no se resolverá con nuevos eventos de transformación que apilen varios genes que confieran tolerancia a más de un herbicida, sino que sólo comprará un poco más de tiempo antes de que se vuelva a presentar el problema. Es por tanto necesario asegurar una capacitación adecuada respecto al uso y manejo adecuado del glifosato y del glufosinato de amonio, como herbicidas.

#### Referencias:

CONABIO. 2012. Sistema de información sobre especies invasoras en México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Fecha de acceso. URL: <http://www.conabio.gob.mx>

FAO. 2004. Procedimientos para la evaluación de los riesgos ecológicos de los cultivos resistentes a herbicidas e insectos con énfasis en problemas de malezas. Roma. Dirección de Producción y Protección Vegetal.

FAO. 2005. Procedimientos para la evaluación de riesgos de malezas. Roma. Dirección de Producción y Protección Vegetal.

Mauncy J. 1986. Factors affecting seed quality. En Cotton physiology I. The cotton Foundation Reference Book Series. The cotton Foundation pp 514.

McGregor S.E. 1976. Chapter 10: Cotton In: Insect pollination of cultivated crop plants. USDA. Agricultural Research Service, Washington, D.C pp 171-190.

Oosterhuis, D.M. And Jemstedt J. 1999. Anatomy and morphology of cotton. pp 175-206 En W. Smith and J. S. Cothren (eds). Cotton: History, Technology, and Production. Wiley and Sons, Nueva York, E.U.A.

SIOVM. Sistema de Información de Organismos Vivos Modificados [http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/bioseguridad/doctos/consulta\\_SIOVM.html](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/bioseguridad/doctos/consulta_SIOVM.html) Consultado: 2012

URL, Heike Vibrans (ed), Malezas de México, año de acceso: 2012

Villaseñor, J.L y Espinosa Francisco, G. 1998. Catálogo de Malezas de México. UNAM, y Consejo Consultivo Fitosanitario y Fondo de Cultura Económica 449p.



Formulario de datos biológicos en relación con el organismo receptor y sus parientes silvestres				
Solicitud: 092/2012				
Organismo genéticamente modificado: BCS-GHØØ4-7 x BCS-GHØØ5-8 x BCS-GHØØ2-5 (TwinLink® x GlyTol®)				
Promovente: Bayer de México S.A. de C.V.				
Fenotipo: Protección contra el ataque de insectos lepidópteros y tolerancia a herbicidas glufosinato de amonio (TwinLink®) y glifosato (GlyTol®)				
Modificación genética: Inserción de los genes <i>cry1Ab</i> , <i>cry2Ae</i> , <i>bar</i> (TwinLink®) y <i>2mepsps</i> (GlyTol®)				
Organismo receptor: <i>Gossypium hirsutum</i> L. 1763, cultivada y silvestre.				
Sitio(s) de liberación: Estados de Baja California y Sonora (ver formulario geográfico)				
Consideraciones básicas para emitir una recomendación.		SI	NO	Observaciones
1	¿Se cultiva en México el organismo receptor del organismo genéticamente modificado (OGM)?			<i>G. hirsutum</i> se cultiva principalmente en los estados de Baja California, Campeche, Chihuahua, Coahuila, Durango, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tamaulipas, Yucatán y Veracruz. Durante el año 2011 en México se sembraron 198,439 ha, se cosecharon 193,485 ha; de las cuales aproximadamente 51,840 ha se cosecharon en los estados de Baja California y Sonora (SIAP, 2012).
2	¿Existe en México el organismo receptor <sup>1</sup> en estado silvestre del organismo genéticamente modificado (OGM)?			De forma silvestre <i>G. hirsutum</i> se distribuye en Baja California Sur, Campeche, Colima, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Oaxaca, Quintana Roo, Sinaloa, Veracruz, Yucatán y posiblemente en Chiapas, Durango, Tabasco, San Luis Potosí y Tamaulipas (Fryxell, 1988; Wegier, 2005, 2008; Wegier <i>et al.</i> , 2010, 2011).
3	¿Existen parientes silvestres <sup>2</sup> del OGM en México?			Se reconocen 11 especies diploides ( <i>G. aridum</i> , <i>G. armourianum</i> , <i>G. davidsonii</i> , <i>G. gossypoides</i> , <i>G. harknessii</i> , <i>G. laxum</i> , <i>G. lobatum</i> , <i>G. schwendimanii</i> , <i>G. thurberi</i> , <i>G. trilobum</i> y <i>G. turneri</i> ) y una tetraploide ( <i>G. barbadense</i> ) (Fryxell, 1988; Wegier, 2008; Wegier <i>et al.</i> , 2010).
4	¿Es México centro de origen del organismo receptor?			La especie de <i>G. hirsutum</i> es endémica de Mesoamérica, zona que incluye a México, las islas de Caribe, Belice, Guatemala, El Salvador, Honduras y Costa Rica. <i>G. hirsutum</i> evolucionó en el sureste de México y fue dispersado a través de México, America Central, las Islas del Caribe, sureste de Florida y sureste de Nuevo México. Los especímenes arqueológicos más antiguos de esta especie, han sido hallados en Tehuacán, Oaxaca, Estado de México y tienen una antigüedad aproximada de 3400 a 2300 años A. C. (Smith 1995; Brubaker <i>et al.</i> , 1999). En un estudio realizado por Wegier, 2010, se sugiere que las poblaciones costeras de Yucatán son realmente silvestres y aquí se ubicaría la región de las primeras fases de domesticación de <i>G. hirsutum</i> .

5	¿Es México centro de diversidad genética del organismo receptor?		<p>En un primer tratamiento Hutchinson, 1947, reconoció 3 variedades para <i>G. hirsutum</i> (<i>hirsutum</i>, <i>punctatum</i> y <i>marie-galante</i>). Cuatro años después (1951) cambió este sistema formal de clasificación por un sistema informal que incluye 7 razas geográficas. "latifolium" con centro de diversidad en Guatemala y sureste de México, "marie-galante" desde el Este de El Salvador hacia Costa Rica y Panamá, norte de Sudamérica y el Caribe, "punctatum" en la península de Yucatán, costa del Golfo de México hacia la costa del Golfo en la Florida y en pocas islas del Caribe. Estas 3 primeras razas presentan una mayor distribución y mayor variación morfológica. Las restantes 4 razas que presentan rangos geográficos restringidos son: "palmeri" en los estados de Oaxaca y Guerrero, "morrilli" restringido a la meseta central mexicana (Oaxaca, Puebla, Morelos), "yucatanense" en la costa norte de la península de Yucatán y "richmondii" en el lado del Pacífico en el Istmo de Tehuantepec (sureste de México y Guatemala) Brubaker <i>et al.</i>, 1999.</p>
			<p>Wegier <i>et al.</i> en 2010 y 2011, demuestra, a través de estudios realizados desde 2008, con información de bases de datos proporcionadas por la CONABIO; de revisión de especies en herbarios nacionales e internacionales, de colectas recientes y con la realización de estudios basados en filogenia y genética; que México es centro de origen y diversidad genética de <i>G. hirsutum</i> y sugiere que las "formas originales de algodón localizadas en Yucatán dieron lugar al desarrollo de cultivos en Yucatán y Guatemala, por lo que se conoce esta última zona como aquel en que ocurrió una diversificación secundaria". En este mismo trabajo, la autora señala que <i>G. hirsutum</i> está constituido en México por ocho metapoblaciones<sup>3</sup> ubicadas en Baja California Sur, Pacífico Norte (Sinaloa y Nayarit), Bahía de Banderas (Nayarit), Pacífico Centro (Jalisco, Michoacán, Guerrero), Pacífico Sur (Guerrero, Oaxaca y Chiapas), Golfo Norte (sur de Tamaulipas y norte de Veracruz), Golfo sur (centro y sur de Veracruz) y Península de Yucatán (Campeche, Yucatán y Quintana Roo).</p>
6	¿Es México centro de origen y de diversidad genética del género al que pertenece el organismo receptor?		<p>Aunque el centro de origen del género <i>Gossypium</i> es desconocida, existen 3 centros primarios de diversidad del género y son: México, África y Arabia y Australia, debido a que presentan el mayor número de especies del género (OGTR, 2002).</p>
<p><b>Si la pregunta 1 tiene una respuesta afirmativa, pase a la pregunta 7<sup>4</sup></b></p>			
<p><b>Si la pregunta 2 tiene una respuesta afirmativa, pase a la pregunta 12<sup>6</sup></b></p>			
<p><b>Si la pregunta 3 tiene una respuesta afirmativa, pase a la pregunta 18<sup>6</sup></b></p>			
	Organismo receptor cultivado	SI NO	Observaciones
7	¿Es el OGM sexualmente compatible con la especie cultivada no modificada genéticamente en México?		<p>En el OGM y en el algodón cultivado, la reproducción es de manera sexual tanto por autogamia (autofecundación) como por alogamia (fecundación</p>

8	¿Permite el sistema reproductivo de la especie cultivada el flujo génico con el OGM en México?			cruzada), siendo el primero de ellos, el mecanismo más común (McGregor 1976, Fryxell, 1993, Smith, 1995).
9	¿Se sobrepone la fenología floral del OGM con la de la especie cultivada no modificada genéticamente, en México?			La fenología floral en ambas es similar y la flor es fecundada durante las primeras horas de la mañana (Fryxell, 1993, Smith, 1995).
10	¿Comparten los mismos polinizadores el OGM y la especie cultivada no modificada genéticamente, en México?			Ambos, comparten los mismos polinizadores como <i>Bombus ssp.</i> (abejorro) y <i>Apis mellifera</i> (abeja), aunque generalmente se autopolinizan (McGregor, 1976).
11	¿Existe la probabilidad de hibridación entre el OGM y la especie cultivada no modificada genéticamente, en México?			<p>Ambos pueden entrecruzarse y tener descendencia fértil (McGregor 1976, Fryxell 1993, Smith 1995, Wegier 2005; Wegier <i>et al.</i>, 2010). Diversos estudios han generado información sobre las distancias de dispersión de polen entre cultivos GM y no GM, que han ayudado a establecer distancias de aislamiento entre estos tipos de cultivo. Recientemente Van Deynze <i>et al.</i>, 2005 en experimentos realizados en California señala que con presencia de polinizadores el porcentaje de flujo de genes es el 1% a 9 metros, mientras que en ausencia de ellos este mismo porcentaje decrece a menos del metro de distancia. Por otro lado, dentro de este mismo estudio, se realizó el mismo análisis tomando para ello muestras de las parcelas vecinas encontrándose para ello un porcentaje de flujo de genes de 0.2 a 30 metros, de 0.1 a partir de los 200 m, hasta un porcentaje de 0.04 a 1625 m.</p> <p>Recientemente, Heuberger <i>et al.</i>, 2010 encontraron que la zona de influencia en el que puede haber flujo génico vía polen y por semilla entre algodón GM y no GM es de 3 kilómetros, tanto por la actividad de las abejas como los inherentes al manejo de la semilla por parte de los agricultores, aunque el porcentaje de flujo de más menos 1% es frecuente en distancias menores a 750 m. Ellos, de manera general concluyen que el cuidado en el manejo de la semilla por parte de los agricultores es más importante que la distancia que se genere para limitar el flujo de genes. En Estados Unidos y otros países la distancia de aislamiento requerida para semillas de fundación es de 400 m.</p>
<b>Organismo receptor silvestre</b>		<b>SI</b>	<b>NO</b>	<b>Observaciones</b>
12	¿Es el OGM sexualmente compatible con la especie en estado silvestre no modificada genéticamente en México?			En el OGM y en el algodón silvestre la reproducción es de manera sexual tanto por autogamia (autofecundación) como por alogamia (fecundación cruzada), siendo el primero de ellos, el mecanismo más común (McGregor 1976, Fryxell, 1993, Smith, 1995).
13	¿Permite el sistema reproductivo de la especie en estado silvestre el flujo génico con el OGM en México?			Tradicionalmente se había asumido que la fenología floral en ambas es similar y la flor es fecundada durante las primeras horas de la mañana. La floración se presenta en agosto, febrero y mayo. (Fryxell, 1993, Smith, 1995, SIOVM [en línea], 2012). Sin embargo esto requiere mayor estudios biológico-ecológico, mismos que actualmente se están llevando a cabo en campo.
14	¿Se sobrepone la fenología floral del OGM con la de la especie en estado silvestre no modificada genéticamente, en México?			

15	¿Comparten los mismos polinizadores el OGM y la especie en estado silvestre no modificada genéticamente, en México?			Pueden existir polinizadores generalistas y oportunistas, Wegier <i>et al.</i> en 2010 indica que "La información que existe sobre polinización cruzada en poblaciones silvestres es la que se debe emplear como referencia"
16	¿Existe la probabilidad de hibridación entre el OGM y la especie en estado silvestre no modificada genéticamente, en México?			Ambos pueden entrecruzarse y tener descendencia fértil (McGregor 1976, Fryxell 1993, Smith 1995, Wegier 2005). Para las poblaciones silvestres de <i>G. hirsutum</i> en México se ha encontrado relaciones genéticas entre ellas hasta distancias por arriba de 200 km que muy posiblemente se haya manifestado por dispersiones de semillas a través de cuerpos de agua (Wegier, 2005; Wegier <i>et al.</i> , 2010, 2011). Recientemente se han identificado individuos en más de una metapoblación de algodón que presentan proteínas Cry1AB y/o Cry1Ac y/o Cry2A y/o CP4EPSPS, en las metapoblaciones Pacífico Norte, Pacífico Sur, Golfo Norte y Golfo Sur (Wegier <i>et al.</i> , 2011).
17	¿Existe reclutamiento <sup>7</sup> de nuevos individuos del organismo receptor en México como resultado de perturbación del hábitat?			Los individuos silvestres de <i>G. hirsutum</i> al interior de cada una de las metapoblaciones se extinguen, colonizan y recolonizan parches limitados por otros factores, como la competencia y los recursos. El flujo génico y la migración entre las subpoblaciones (partes de las metapoblaciones) seguramente es abundante (basados en los antecedentes biológicos). La recolonización de estas plantas después de una extinción es posible debido a que los hábitat no se destruyen, por ello es importante la preservación de los hábitats que ocupan y ocuparán dentro de cada metapoblación (Wegier <i>et al.</i> , 2010, 2011).
<b>Parientes silvestres</b>		<b>SI</b>	<b>NO</b>	<b>Observaciones</b>
18	¿Permite el sistema reproductivo del OGM el flujo génico con alguno de sus parientes silvestres?			Con <i>Gossypium barbadense</i> en forma silvestre y cultivada; en ambas su reproducción es de manera sexual tanto por autogamia (autofecundación) como por alogamia (fecundación cruzada), siendo el primero, el mecanismo más común.
19	¿Es el OGM sexualmente compatible con alguno de sus parientes silvestres?			
20	¿Se sobrepone la fenología floral del OGM con la de sus parientes silvestres?			Con <i>Gossypium barbadense</i> la fenología floral es similar y la flor es fecundada durante las primeras horas de la mañana
21	¿Comparten los polinizadores el OGM y sus parientes silvestres?			<i>Gossypium barbadense</i> y <i>G. hirsutum</i> comparten los mismos polinizadores como <i>Bombus ssp.</i> (abejorro) y <i>Apis mellifera</i> (abeja), aunque generalmente se autopolinizan
22	¿Existe la probabilidad de hibridación entre el OGM y sus parientes silvestres?			Con <i>Gossypium barbadense</i> puede entrecruzarse y tener descendencia fértil ya que de manera natural estas especies han tenido introgresión de sus genes en áreas donde se sobrelapan las poblaciones, aunque esta introgresión no es de manera simétrica, la introgresión de alelos de <i>G. barbadense</i> a <i>G. hirsutum</i> es común en áreas de simpatria y raro en cultivares modernos, por otro lado los alelos de <i>G. hirsutum</i> que se fijan en <i>G. barbadense</i> son restrictivos en cultivares modernos y poco comunes en áreas de simpatria (Brabaker <i>et al.</i> 1993)

**Conclusiones sobre el formulario de datos biológicos en relación con el organismo receptor y sus parientes silvestres**

En México, dentro del género *Gossypium*, se reconocen 11 especies diploides (*G. aridum*, *G. armourianum*, *G. davidsonii*, *G. gossypoides*, *G. harknessii*, *G. laxum*, *G. lobatum*, *G. schwendimanii*, *G. thurberi*, *G. trilobum* y *G. turneri*) y dos tetraploides (*G. hirsutum* y *G. barbadense*) (Fryxell, 1988; Wegier, 2008; Wegier *et al.*, 2010).

*G. hirsutum* y *G. barbadense* pueden entrecruzarse y tener descendencia fértil ya que de manera natural estas especies han tenido introgresión en áreas donde se sobrelapan las poblaciones. Sin embargo, este intercambio no se da de manera simétrica: en *G. barbadense* la introgresión se da principalmente a partir de alelos provenientes de cultivares modernos de *G. hirsutum*. En contraste, la introgresión de alelos de *G. barbadense* hacia *G. hirsutum* es común en poblaciones silvestres en áreas de simpatria, pero es raro observarla en cultivares modernos.

México es centro de origen y diversidad genética de *G. hirsutum* L., el cual incluye ocho metapoblaciones ubicadas en Baja California Sur, Pacífico Norte (Sinaloa y Nayarit), Bahía de Banderas (Nayarit), Pacífico Centro (Jalisco, Michoacán, Guerrero), Pacífico Sur (Guerrero, Oaxaca y Chiapas), Golfo Norte (sur de Tamaulipas y norte de Veracruz), Golfo sur (centro y sur de Veracruz) y Península de Yucatán (Campeche, Yucatán y Quintana Roo) (Wegier *et al.*, 2011).

*G. hirsutum* L. se cultiva principalmente en los estados de Baja California, Chihuahua, Coahuila, Durango, Sinaloa, Sonora, Tamaulipas, Veracruz, San Luis Potosí, Campeche y Yucatán.

En el OGM y en el algodón cultivado, la reproducción es de manera sexual tanto por autogamia (autofecundación) como por alogamia (fecundación cruzada), siendo el primero de ellos, el mecanismo más común (McGregor 1976, Fryxell, 1993, Smith, 1995). Ambos comparten los polinizadores *Bombus ssp.* (abejorro) y *Apis mellifera* (abeja) (McGregor, 1976).

El algodón GM, el algodón cultivado no GM y las poblaciones silvestres de *G. hirsutum* pueden entrecruzarse y tener descendencia fértil (McGregor 1976, Fryxell 1993, Smith 1995, Wegier 2005; Wegier *et al.*, 2010, 2011). En cuanto a la información referente a las distancias de flujo génico por polen y semilla, se tienen datos y evidencias obtenidas de diferentes fuentes:

- Estudios de flujo génico entre algodón cultivado GM y no GM, han encontrado que la zona de influencia en la que puede existir flujo vía polen es de 750 m (Heuberger *et al.*, 2010). Este estudio concluye que el cuidado en el manejo de la cosecha por parte de los agricultores es más importante que la distancia de aislamiento que se plantee para evitar el flujo vía polen.
- Estudios recientes han encontrado que existen relaciones genéticas entre poblaciones silvestres de *G. hirsutum* que se encuentran separadas por distancias de más de 200 km, lo que muy posiblemente se haya manifestado por dispersiones de semillas a través de cuerpos de agua (Wegier, 2005; Wegier *et al.*, 2010, 2011).
- En México se han identificado individuos en más de una metapoblación de algodón silvestre que presentan proteínas Cry1AB y/o Cry1Ac y/o Cry2A y/o CP4EPPS y/o PAT, en las metapoblaciones Pacífico Norte, Pacífico Sur, Golfo Norte y Golfo Sur (Wegier *et al.*, 2011), de las cuales la metapoblación Pacífico Sur se encuentra a más de 500 km de distancia de la fuente conocida más cercana de algodón GM, la cual incluye las zonas del norte del país donde éste se ha liberado.

Estas evidencias indican que el flujo génico con poblaciones silvestres ya ha tenido lugar y que éste puede darse a distancias de varios cientos de kilómetros y es probablemente mediado por la dispersión de semilla. Es necesario investigar y entender cómo es que las construcciones genéticas de algodones GM llegaron a las poblaciones silvestres de algodón en México, así como estudiar las consecuencias de que estas construcciones genéticas se hayan ya integrado de manera aparentemente permanente dentro de estas poblaciones silvestres.

Adicionalmente, el promovente señala que esta liberación se pretende efectuar durante el ciclo P-V 2013, sin embargo la ventana de siembra que señala en la solicitud (15 de febrero-15 de abril), y dependiendo del mes en que se siembre podría corresponder a la temporada primavera-verano u otoño-invierno. De cualquier forma coincide con la temporada de cultivo de algodón en la región por lo que existiría sobrelapamiento de cultivares GM y no GM.

Nota: Este formulario analiza los requisitos para los permisos de liberación al ambiente descritos en las fracciones I incisos b), c), d), e), g); III inciso h); IV inciso b) número 4 del artículo 16 del RLBOGM.

<sup>1</sup> Organismo receptor: Organismo que recibe material genético de un organismo donador y que generalmente corresponde a la especie cultivada.

<sup>2</sup> Por parientes silvestres se considera a las especies pertenecientes al mismo género al que pertenece el organismo receptor o aquellas con la que pueda existir hibridación.

<sup>3</sup> El concepto de metapoblaciones es definido como un ensamble de poblaciones que existen en un balance entre extinción y colonización de las especies (Levins, 1969; Hanski, 1999; Freckleton & Watkinson 2002).

<sup>4</sup> La pregunta 7 a la 11 serán contestadas sólo si la pregunta 1 (sobre el cultivo del organismo receptor en México) es afirmativa

<sup>5</sup> La pregunta 12 a la 17 serán contestadas sólo si la pregunta 2 (sobre la presencia del organismo receptor silvestre en México) es afirmativa

<sup>6</sup> La pregunta 18 a la 29 serán contestadas sólo si la pregunta 3 (sobre la presencia de parientes silvestres en México) es afirmativa

<sup>7</sup> Reclutamiento: Se refiere al fenómeno en el que nuevos individuos se unen a la población, y muchas veces hace referencia a los individuos derivados de un proceso de reproducción sexual. Un bajo reclutamiento puede manifestarse de varias maneras.

#### REFERENCIAS

- Brubaker, C.L., F.M. Jason, A. Koontz & J.F. Wendel. 1993. Bidirectional Cytoplasmic and Nuclear Introgression in the New World Cottons, *Gossypium barbadense* and *G. hirsutum* (Malvaceae). *American Journal of Botany* 80(10): 1203-1208
- Brubaker, C.L., F.M. Bourland & J.F. Wendel. 1999. The origin and domestication of cotton in: C.W. Smith & J.T. Cothren (Eds.) *Cotton: Origin, History, Technology and Production*. John Wiley & Sons, Inc. USA.
- DOF. 2005. Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/Ley\\_BOGM.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/Ley_BOGM.pdf)
- DOF. 2008. Reglamento de la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg\\_LBOGM.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LBOGM.pdf) (última reforma publicada DOF 06-03-2008)
- Freckleton, R.P. & A.R. Watkinson 2002. Large-Scale spatial dynamics of plants: Metapopulations, regional ensembles and patchy populations. *Journal of Ecology* 90: 419-434
- Fryxel, P.A. 1979. The natural history of cotton tribe (Malvaceae, Tribe Gossypieae). First edition. Texas A & M University Press. USA.
- Fryxell, P.A. 1988. Malvaceae of Mexico. *Systematic Botany Monographs* Vol. 25. The American Society of Plant Taxonomists. USA.
- Fryxell, P.A. 1993. Malvaceae A.L. Juss. En: Flora de Veracruz. Fascículo 68. Instituto de Ecología A.C. y Universidad de California, Riverside. Xalapa, Ver.
- Hanski, I. 1998. Metapopulations dynamics. *Nature* 396
- Heuberger, S., C. Eilers-Kirk, B.E. Tabashnik & Y. Carrière. 2010. Pollen- and -seed- mediated transgene flow in commercial cotton seed production fields. *PLoS One* 11(5): 1-8 [www.plosone.org](http://www.plosone.org)
- Index to Plant Chromosome Numbers (IPCN). <http://mobot.mobot.org/W3T/Search/ipcn.html>
- IPNI. <http://www.ipni.org/>
- Levin, D.A. 1995. Metapopulations: an arena for local especiation. *J. Evol. Biol.* 8:635-644
- McGregor, S.E. 1976. Insect pollination of cultivated crop plants. Washington Department of Agriculture. <http://gears.tucson.ars.ag.gov/book/>
- OGTR (2002) The Biology and Ecology of Cotton (*Gossypium hirsutum*) in Australia. Report to the Office of the Gene Technology Regulator, OGTR, <http://www.ogtr.gov.au/pdf/irl/biologycotton.pdf>.
- SIAP. [En línea] Anuario estadístico de la producción agrícola. Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera <http://www.siap.gob.mx> Consultado: 2012
- SIOVM. Sistema de Información de Organismos Vivos Modificados SIOVM [En línea] [http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/bioseguridad/doctos/consulta\\_SIOVM.html](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/bioseguridad/doctos/consulta_SIOVM.html) Consultado: 2012
- SNIB-CONABIO. SNIB. Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad. CONABIO. <http://www.conabio.gob.mx/institucion/snib/doctos/acerca.html>
- Smith, C. Wayne. 1995. *Crop Production: Evolution, History, and Technology*. John Wiley and Sons, New York.
- Van Deynze, A.E., F.J. Sundstrom & K.J. Bradford: 2005. Pollen-Mediated Gene Flow in California Cotton Depends on Pollinator Activity. *Crop Sci* 45:1565-1570
- Wegier-Briuolo A.L. 2005. Aislamiento por distancia de algodón (*Gossypium hirsutum*) en México: Consecuencias para el manejo de plantas transgénicas. Tesis de Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- Wegier-Briuolo A.L. 2007. Informe final del proyecto "Validación de información de registros biológicos y de mapas de distribución puntual y de los modelos de áreas de distribución potencial de las especies del género *Gossypium* en México" bajo el proyecto 0051868. Continuación de la creación de capacidades institucionales y técnicas para la toma de decisiones en materia de bioseguridad. PNUD-CIBIOGEM, México, D.F.
- Wegier-Briuolo A.L., V. Alavez-Gómez, L.O. Jardón-Barbolla, L. Moyers, D. Ortega del Vecchyo y D. Piñero. 2010. Informe final del proyecto "Análisis para la determinación de los centros de origen y diversidad de las especies mexicanas del género *Gossypium*". Instituto de Ecología. México, D.F.

Wegier A., Piñeyro-Nelson A., Alarcón J., Gálvez-Mariscal A., Álvarez-Buylla E.R. & D. Piñero. 2011. Recent long-distance transgene flow into wild populations conforms to historical patterns of gene flow in cotton (*Gossypium hirsutum*) at its centre of origin. *Molecular Ecology* 20(19):4182-94. doi: 10.1111/j.1365-294X.2011.05258.x.

W3Tropicos [En línea] Missouri Botanical Garden's VAST <http://robot.mobot.org/W3T/search/vast.html> Consultado: 2012



**Formulario de datos moleculares del OGM que se pretende liberar.**

Para fines de un mejor análisis de la información disponible, en el presente formulario se analizan por separado los datos disponibles correspondientes a los OGMs parentales y posteriormente al OGM apilado resultante(1)

Solicitud: 092/2012

Organismo genéticamente modificado: BCS-GHØØ4-7 x BCS-GHØØ5-8 x BCS-GHØØ2-5, ó GLT: GlyTol® \*TwinLink™, ó (GHB 614) x (T304-40 x GHB119)

Promovente: Bayer de México S.A. de C.V.

Fenotipo: Resistencia a Lepidópteros y tolerancia a herbicidas glufosinato de amonio (TwinLink™) y glifosato (Glytol®)

Modificación genética: inserción de los genes *cry1Ab*, *cry2Ae*, *bar* (TwinLink™) y *2mepsps* (Glytol®)

Organismo receptor: *Gossypium hirsutum* L., 1763, cultivado y silvestre

**INFORMACION REGULATORIA**

	SI	NO	OBSERVACIONES
<b>1) ¿El OGM ha sido aprobado en el país de origen para (2, 3, 4)</b>			
<b>1a) Liberación al ambiente?</b>			
T304-40			Al evento apilado (T304-40 x GHB119) le fue otorgado recientemente el estatus de artículo no regulado en los Estados Unidos, como indica la publicación en el Federal Register del 12 de octubre de 2011 (Vol. 76, No. 197, pg 63278) < <a href="http://www.aphis.usda.gov/biotechnology/petitions_table_pending.shtml#not_reg">http://www.aphis.usda.gov/biotechnology/petitions_table_pending.shtml#not_reg</a> >
GHB 119			
GHB614			Este evento tiene el estatus de artículo no regulado en los Estados Unidos, como indica la publicación en el Federal Register del 22 de mayo del 2009 (Vol 74 No. 98, pg 23987.)
T304-40 x GHB 119 x GHB614		NA	Este OGM ha sido desarrollado en la división de semillas (antes BioScience) de Bayer CropScience. La semilla utilizada será proporcionada por Bayer Bioscience, 103 Erskine Street; Lubbock, TX79403 USA. Debido al sistema regulatorio de EUA, se considera que en una cruce de eventos de transformación, la línea resultante no es regulada al proceder de parentales aprobados. Por lo tanto, normalmente no reportan en sus bases de datos la regulación de este tipo de OGMs.
<b>1b) Alimentación humana?</b>			
T304-40			
GHB 119			
GHB614			
T304-40 x GHB 119 x GHB614		NA	ver pregunta 1a
<b>1c) Alimentación animal?</b>			
T304-40			

1c	GHB 119					
	GHB614					
	T304-40 x GHB 119 x GHB614		NA		ver pregunta 1a	
	<b>2a) Información regulatoria sobre decisiones acerca de los usos permitidos del OGM en distintos países reportada en las bases de datos:</b> <b>AGBIOS, ahora CERA:</b> < <a href="http://cera-gmc.org/index.php?action=gm_crop_database">http://cera-gmc.org/index.php?action=gm_crop_database</a> >, (A) ; <b>Centro de Intercambio de Información de seguridad de la biotecnología (BCH)</b> < <a href="http://bch.cbd.int">http://bch.cbd.int</a> >, (B); <b>Biosafety-Biotrack de la OCDE</b> < <a href="http://www2.oecd.org/biotech/frameset.asp?">http://www2.oecd.org/biotech/frameset.asp?</a> >, (C); <b>GMO Compass</b> < <a href="http://www.gmo-compass.org/eng/home/">http://www.gmo-compass.org/eng/home/</a> >, (G); <b>European Comission, food and Feed safety. Community register of genetically modified food and feed</b> < <a href="http://ec.europa.eu/food/dyna/gm_register/index_en.cfm">http://ec.europa.eu/food/dyna/gm_register/index_en.cfm</a> > (E); <b>United States Regulatory Agencies Unified Biotechnology Website de Estados Unidos</b> < <a href="http://usbiotechreg.nbio.gov/">http://usbiotechreg.nbio.gov/</a> > (US); <b>GM approval Database del ISAAA</b> < <a href="http://www.isaaa.org/gmapprovaldatabase/default.asp">http://www.isaaa.org/gmapprovaldatabase/default.asp</a> > (I);					
2a		<b>Usos permitidos</b>				
	<b>País</b>	<b>Alimentación humana</b>	<b>Alimentación animal</b>	<b>Liberación al ambiente</b>	<b>Otros usos</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
	<b>Estados Unidos</b>					
	T304-40	US	US	US		
	GHB 119	US, I_2011	US, I_2011	US, I_2011		
	GHB614	A_2008, US, I_2009	A_2008, US, I_2009	A_2009, US, I_2009		
	T304-40 x GHB 119 x GHB614					
	<b>Canadá</b>					
	T304-40					
	GHB 119	I_2011	I_2011			
	GHB614	A_2008, I_2008	A_2008, B, I_2008			
	T304-40 x GHB 119 x GHB614					
	<b>Japón</b>					
	T304-40			B*		*Pruebas en campo
	GHB 119			I_2012		
	GHB614	B, C_2010, I_2010	B, C_2010, I_2010		B*, C*_2010, I_2010	* procesamiento
	T304-40 x GHB 119 x GHB614					
	<b>Corea</b>					
	T304-40		B*	B*		*refiere al apilado T304-40 x GHB119
	GHB 119		B	B*		*procesamiento
	GHB614	A_2010, B	A_2010, B, I_2010		B*, I_2010	* procesamiento
	T304-40 x GHB 119 x GHB614					
	<b>China</b>					
	T304-40					
	GHB 119					
	GHB614	A_2009	I_2010			
	T304-40 x GHB 119 x GHB614					
	<b>México</b>					
	T304-40					
	GHB 119					

GHB614	A_2008, B, C_2008, I_2008	A_2008, B, C_2008.		B*, C*_2008	*procesamiento
T304-40 x GHB 119 x GHB614					
Unión Europea					
T304-40					
GHB 119					
GHB614	B, C_2011, E, I_2011	B, C_2011, E, I_2011		B*, C_2011*, G+, E, I_2011	* procesamiento; + en 2008 se sometió una solicitud para su uso en alimentación humana, animal y procesamiento. Estatus: la EFSA ha emitido una opinión.
T304-40 x GHB 119 x GHB614					
Brasil					
T304-40	I_2011	I_2011	I_2011		I: el evento Twinlink aparece en la base de datos del ISAAA
GHB 119					
GHB614	A_2010, I_2010	A_2010, I_2010	A_2010, I_2010		
T304-40 x GHB 119 x GHB614					
Costa Rica					
T304-40					
GHB 119					
GHB614				B*, I*_2009	* propagación condicionada de semilla
T304-40 x GHB 119 x GHB614					
España					
T304-40				B*	* Pruebas en campo
GHB 119				B*	* Pruebas en campo
GHB614				B*	* Pruebas en campo
T304-40 x GHB 119 x GHB614					
Australia					
T304-40	C_2010, I_2011	I_2011		I*_2011	* procesamiento
GHB 119	C_2011, I_2011			I*_2011	* procesamiento
GHB614	A_2009, C_2009, I_2009				
T304-40 x GHB 119 x GHB614					
Nueva Zelanda					
T304-40	C_2010, I_2011	I_2011		I*_2011	* procesamiento
GHB 119	C_2011, I_2011			I*_2011	* procesamiento
GHB614	C_2009, I_2009				
T304-40 x GHB 119 x GHB614					
Colombia					
T304-40					
GHB 119					

GHB614		B	B*	*Procesamiento
T304-40 x GHB 119 x GHB614				
Consultas realizadas en diciembre 2012. El reporte de 2 años distintos en unã misma celda obedece a diferencias en la informaci3n reportada en las bases de datos consultadas. Solo el evento parental GHB614 aparece en la base de datos de la OCDE. El triple apilado solicitado no aparece en ninguna de las bases consultadas.				
		SI	NO	OBSERVACIONES
<b>2b) ¿Existe informaci3n sobre el OGM en otras bases de datos?</b>				
2b	T304-40			
	GHB 119			
	GHB614			
	T304-40 x GHB 119 x GHB614			
<b>2c) ¿Cuál?</b>				
2c	T304-40			
	GHB 119			
	GHB614			
	T304-40 x GHB 119 x GHB614			
<b>2d) ¿Existe informaci3n en estas bases de libre acceso que no se encuentra en la solicitud?</b>				
2d	T304-40			El documento de la solicitud de determinaci3n del estatus no regulado del evento Twinlink, disponible p3blicamente contiene informaci3n de la caracterizaci3n molecular que no se incluy3 en la presente solicitud < <a href="http://www.aphis.usda.gov/brs/aphisdocs/08_34001p.pdf">http://www.aphis.usda.gov/brs/aphisdocs/08_34001p.pdf</a> >
	GHB 119			
	GHB614			
	T304-40 x GHB 119 x GHB614			
<b>3a) ¿El OGM cuenta con N3mero de autorizaci3n expedida por SALUD (COFEPRIS)? (Indispensable cuando el OGM tenga finalidades de salud p3blica o se destine a la bioremediaci3n en caso de liberaci3n experimental y cuando el OGM sea para uso o consumo humano a partir de la fase piloto)</b>				
3a	T304-40			La autorizaci3n para este evento no aparece en la lista disponible en <a href="http://www.cofepris.gob.mx/AZ/Paginas/OGMS.aspx">http://www.cofepris.gob.mx/AZ/Paginas/OGMS.aspx</a>
	GHB 119			ver celda superior
	GHB614			
	T304-40 x GHB 119 x GHB614			El evento triple apilado cuenta con una autorizaci3n sanitaria para comercializaci3n e importaci3n para su comercializaci3n No. 123300913X0001, expedida el 14 de septiembre de 2012 por la COFEPRIS
<b>3b) ¿El OGM que se pretende liberar, se ha liberado previamente en M3xico?</b>				
3b	T304-40			
	GHB 119			
	GHB614			
	T304-40 x GHB 119 x GHB614			
<b>4) Si hubo liberaciones previas en M3xico, ¿El solicitante present3 los reportes correspondientes?</b>				
T304-40			NA	

	SI	NO	OBSERVACIONES
4	GHB 119		NA
	GHB614		NA
	T304-40 x GHB 119 x GHB614		Los reportes recibidos no responden adecuadamente con resultados en relación con los posibles riesgos para el medio ambiente y a la diversidad biológica.
5a	<b>5a) ¿Existen reportes a nivel internacional de controversias legales y/o comerciales relacionadas con el OGM que se pretende liberar?</b>		
	T304-40		
	GHB 119		
	GHB614		
	T304-40 x GHB 119 x GHB614		
	<b>5b) ¿Existen nuevas dudas técnicas a nivel internacional asociadas al evento?</b>		
	T304-40		
	GHB 119		
	GHB614		El uso del glifosato ha generado diversos tipos de dudas técnicas en relación a su inocuidad para la salud humana, el medio ambiente, la diversidad biológica y la sanidad animal, vegetal y acuícola: 1) En Argentina se "... presentó un proyecto de ley que busca la suspensión del uso del herbicida conocido como glifosato por un plazo de 6 meses. La medida abarcaría a todo el territorio nacional y sería complementada por un estudio sobre el impacto del pesticida en la salud humana." (Proyecto de ley, No. de expediente 2007-D-2009; Trámite parlamentario 037(28/04/2009) (04 05 2009). < <a href="http://www.ncn.com.ar/08/noticiad.php?n=3419&amp;sec=2&amp;ssec=&amp;s=noticiad">http://www.ncn.com.ar/08/noticiad.php?n=3419&amp;sec=2&amp;ssec=&amp;s=noticiad</a> > < <a href="http://www1.hcdn.gov.ar/proyxml/expediente.asp?fundamentos=si&amp;numexp=2007-D-2009">http://www1.hcdn.gov.ar/proyxml/expediente.asp?fundamentos=si&amp;numexp=2007-D-2009</a> > La información parte de datos experimentales sobre efectos tóxicos a altas dosis en modelos celulares (Paganelli et al 2010) y se abrió una línea de financiamiento para investigación en la materia financiado por el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) (Comunicación personal M. Signorini). Recientemente, un consejo convocado por el CONICET y la comisión sobre agroquímicos elaboró un informe en torno al agro tóxico, el cual, a decir de una publicación, "...no llega a conclusiones claras y no define si es inocuo o perjudicial"

	SI	NO	OBSERVACIONES
5b			<p>y resume las críticas de académicos y científicos.  <a href="http://www.pagina12.com.ar/diario/sociedad/3-131014-2009-09-02.html">http://www.pagina12.com.ar/diario/sociedad/3-131014-2009-09-02.html</a></p> <p>Se ha publicado información en el sentido de que en las zonas con uso intensivo de agroquímicos se han aumentado fuertemente los casos de cáncer en niños y nacimientos con malformaciones  <a href="http://www.pagina12.com.ar/diario/elpais/1-147561-2010-06-14.html">http://www.pagina12.com.ar/diario/elpais/1-147561-2010-06-14.html</a>. ver también  <a href="http://www.scribd.com/doc/57277946/RoundupandBirthDefects">http://www.scribd.com/doc/57277946/RoundupandBirthDefects</a></p> <p>Actualmente se ha prohibido la aplicación del herbicida en cultivos localizados a menos de 2 km de las áreas urbanas y suburbanas, y por acuerdo entre contratistas fumigadores y apicultores se ha restringido su uso en lotes en la cercanía de apiarios para evitar problemas de despoblamiento de abejas (Comunicación personal M. Signorini).</p> <p>2) Existen reportes de que el RoundUp es más tóxico que el glifosato, debido a la presencia de adyuvantes presentes en la formulación del producto comercial que aumentan la biodisponibilidad y la bioacumulación del glifosato (Richard et al., 2005).</p>

	SI	NO	OBSERVACIONES
			<p>3) La capacidad del glifosato de quelar ciertos elementos minerales puede inhibir funciones fisiológicas vitales en plantas y microorganismos. Dependiendo de la variedad y del tipo de suelo, se ha recomendado la aplicación de ciertos micronutrientes en este tipo de cultivos, particularmente Manganese en soya (Huber 2007). Huber incluso ha hablado de la posible relación entre el uso del glifosato y el aumento de enfermedades ocasionadas por patógenos fúngicos en diversos cultivos, sin embargo esto ha sido puesto en duda en otras publicaciones (para mayor información ver <a href="http://gmreport.com/articulos/may10/consequenceso_widespread_glyphosate_use.php">gmreport.com/articulos/may10/consequenceso_widespread_glyphosate_use.php</a> &gt;  <a href="http://docs.google.com/viewer?a=v&amp;q=cache:1ENuS4z8tmcJ:www.btny.purdue.edu/weedscience/2011/glyphosateimpact11.pdf+Cotton+glyphosate+disease&amp;hl=es&amp;gl=es&amp;pid=bl&amp;srcid=ADGEEsGd3yTIRA38hvJruJd6TW_OowCv6htgmfRLhzoSrn1XoCyGAFxhQykNh4ock2DvBM9iw-5gq0CrJfnDYKx4Vo8iGttfopZsJtiWOLqbbZQZAK4BDKx8qhuO8Qmhx9hr8Ux55U3Q&amp;sig=AHIEtbR9iV8kdP7u8GW6hKTKiP9QOIFmQQ">http://docs.google.com/viewer?a=v&amp;q=cache:1ENuS4z8tmcJ:www.btny.purdue.edu/weedscience/2011/glyphosateimpact11.pdf+Cotton+glyphosate+disease&amp;hl=es&amp;gl=es&amp;pid=bl&amp;srcid=ADGEEsGd3yTIRA38hvJruJd6TW_OowCv6htgmfRLhzoSrn1XoCyGAFxhQykNh4ock2DvBM9iw-5gq0CrJfnDYKx4Vo8iGttfopZsJtiWOLqbbZQZAK4BDKx8qhuO8Qmhx9hr8Ux55U3Q&amp;sig=AHIEtbR9iV8kdP7u8GW6hKTKiP9QOIFmQQ</a>  <a href="http://www.btny.purdue.edu/weedscience/2010/GlyphosateMn.pdf">http://www.btny.purdue.edu/weedscience/2010/GlyphosateMn.pdf</a></p> <p>La CONABIO considera es recomendable estar atentos respecto a los nuevos datos técnicos que vayan surgiendo en el proceso, analizando cómo estos puedan afectar el análisis</p>
T304-40 x GHB 119 x GHB614			
<b>INFORMACION MOLECULAR</b>			
<b>6) Método de transformación utilizado</b>			
	T304-40	Transformación mediada por <i>Agrobacterium tumefaciens</i> .	
	GHB 119	Transformación mediada por <i>Agrobacterium tumefaciens</i> .	
	GHB614	Transformación mediada por <i>Agrobacterium tumefaciens</i> .	
6	T304-40 x GHB 119 x GHB614	El triple apilado fue producido por medio del cruzamiento convencional de los eventos parentales Twinlink y GHB614. El primero de los parentales fue originado por medio del cruzamiento convencional de los eventos T304-40 y GHB119	



	SI	NO	OBSERVACIONES
9a) Se presenta dentro de la solicitud la información relevante necesaria para la comprensión adecuada de la naturaleza del material insertado?			
	T304-40		
	GHB 119		
	GHB614		
T304-40 x GHB 119 x GHB614			
10) ¿El solicitante presenta el o los mapas de los vectores empleados para desarrollar al OGM?			
	T304-40		
	GHB 119		
	GHB614		
T304-40 x GHB 119 x GHB614			
11) El evento de transformación que se pretende liberar fue caracterizado a nivel molecular y de manera clara en cuanto a: (6)			
11a) ¿El material genético insertado después de la transformación?			
11a	T304-40		
	GHB 119		
	GHB614		
11b) ¿Material genético integrado después de la cruce de los parentales transformados?			
11b	T304-40 x GHB 119 x GHB614		Se anexó archivo con información de Southern blots del triple apilado que muestra el mismo patrón de bandeo que los parentales cuando se usan distintas sondas
11c) ¿Se caracterizaron las zonas flanqueantes del genoma del organismo receptor (hacia 5' y 3') al sitio de inserción de las secuencias de interés?			
11c	T304-40		Se determinaron, sin embargo no indican si tienen alguna identidad particular
	GHB 119		Se determinaron, pero no indican si tienen alguna identidad particular.
	GHB614		Se determinaron, sin embargo no indican si tienen alguna identidad particular. Se realizaron análisis por BLASTN y BLASTX < <a href="http://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi">http://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi</a> > de las secuencias flanqueantes anexadas y detectan que en el extremo genómico 5' se encuentra una secuencia similar al mRNA de una proteína hipotética de <i>Ricinus communis</i> . Se desconoce el efecto del inserto en esa ubicación. (BLASTX secuencia que produce el mejor alineamiento: ref XP_002513608.1  hypothetical protein RCOM_1581370 ( <i>Ricinus communis</i> ); Evalúe 5e-25). (BLASTN secuencia que produce el mejor alineamiento: XM_002513562.1 Ricinus communis hypothetical protein, mRNA; Evalúe 2e-53)
11d) ¿Se determinó que las zonas flanqueantes del genoma del organismo receptor (hacia 5' y 3') al sitio de inserción de las secuencias de interés se mantuvieran intactas posterior a la cruce de los parentales genéticamente modificados?			
11d	T304-40 x GHB 119 x GHB614		NR ver pregunta 11b

	SI	NO	OBSERVACIONES
11e	<b>11e) ¿Presentan los resultados de las secuenciaciones completas tanto del material insertado como de las zonas flanqueantes?</b>		
	T304-40		
	GHB 119		
	GHB614		
	T304-40 x GHB 119 x GHB614		NR
11f	<b>11f) ¿Número de copias de las secuencias de interés y de inserciones no deseadas?</b>		
	T304-40		
	GHB 119		
	GHB614		
	T304-40 x GHB 119 x GHB614		NR
11g	<b>11g) ¿Se especifica si las inserciones han sido completas o fragmentadas?</b>		
	T304-40		
	GHB 119		
	GHB614		
	T304-40 x GHB 119 x GHB614		NR
11h	<b>11h) ¿La herencia genética es estable?</b>		
	T304-40		
	GHB 119		
	GHB614		
	T304-40 x GHB 119 x GHB614		
11i	<b>11i) ¿Cuántas generaciones se probaron?</b>		
	T304-40	Se anexa archivo con análisis de Southern blot en múltiples plantas de al menos 4 generaciones y 4 "backgrounds" genéticos crecidos en diferentes sitios.	
	GHB 119	Se anexa archivo con análisis de Southern blot en múltiples plantas de al menos 3 generaciones consecutivas y 2 "backgrounds" genéticos crecidos en diferentes sitios. La información referente a la segregación medeliana en el doble apilado Twinlink (T304-40 x GHB119) es confusa en la solicitud español.	
	GHB614	Se anexa un archivo análisis de Southern Blot en multiples plantas de 5 generaciones y distintos "Backgrounds" genéticos. La información referente a la segregación medeliana es confusa en la solicitud español.	
	T304-40 x GHB 119 x GHB614	Los Southern blots muestran que plantas de la quinta generación obtenida de a partir de la crusa inicial que originó al triple apilado muestran el mismo patrón de bandeado que los parentales para los distintos fragmentos insertados.	
11j	<b>11j) ¿Los incisos anteriores se respaldan en experimentos de Southern blot?</b>		
	T304-40		
	GHB 119		
	GHB614		
	T304-40 x GHB 119 x GHB614		
11k	<b>11k) ¿Presentan los resultados de Southern blot?</b>		
	T304-40		La información relativa a los Southernblots incluida en la solicitud en español es escueta e incompleta, por lo que fue necesario recurrir a los documentos originales en inglés.

		SI	NO	OBSERVACIONES
11k	GHB 119			La información relativa a los Southern's incluida en la solicitud en español es escueta e incompleta por lo que fue necesario recurrir a los documentos originales en inglés.
	GHB614			La información relativa a los Southern's incluida en la solicitud en español es escueta e incompleta por lo que fue necesario recurrir a los documentos originales en inglés.
	T304-40 x GHB 119 x GHB614			La información relativa a los Southern's incluida en la solicitud en español es escueta e incompleta por lo que fue necesario recurrir a los documentos originales en inglés.
<b>12a) ¿El evento de transformación fue caracterizado completamente en cuanto a la expresión adecuada de los RNA mensajeros derivados o afectados por las secuencias insertadas en el OGM?</b>				
12a	T304-40			El inserto incluye 2 copias del cassette que dirige la expresión del gen <i>cry1Ab</i> , una con un terminador <i>3'me1</i> truncado y otra con el promotor <i>Ps7s7</i> truncado. Esta situación haría importante caracterizar el tipo de transcritos presentes en la planta que deriven de estas inserciones.
	GHB 119			
	GHB614			
	T304-40 x GHB 119 x GHB614			
<b>12b) ¿El inciso anterior se respalda en experimentos de northern blot o RT-PCR?</b>				
12b	T304-40			
	GHB 119			
	GHB614			
	T304-40 x GHB 119 x GHB614			
<b>12c) ¿Presentan los resultados de northern blot?</b>				
12c	T304-40			
	GHB 119			
	GHB614			
	T304-40 x GHB 119 x GHB614			
<b>13a) ¿El evento de transformación fue caracterizado completamente en cuanto a la expresión de la o las proteínas derivadas o afectadas por las secuencias insertadas en el OGM?</b>				
13a	T304-40			Ver comentarios en las preguntas 13b y 13c.
	GHB 119			
	GHB614			
	T304-40 x GHB 119 x GHB614			Ver comentarios en la pregunta 13c.
<b>13b) ¿La o las proteínas de interés se expresan en el o los tejido(s) blanco acorde al (los) promotor(es) empleado(s) en la construcción genética insertada?</b>				
13b	T304-40			Solo prueban en .hojas, cuadro y grano, en los parentales T304-40, GHB119 y en el apilado Twinlink
	GHB 119			
	GHB614			Estudian la expresión de la proteína en distintos tejidos y a distintas etapas de crecimiento para algunos de ellos
	T304-40 x GHB 119 x GHB614			

	SI	NO	OBSERVACIONES
<b>13c) ¿ La o las proteínas se expresan en los niveles esperados de acuerdo al o los promotor(es) empleado(s) en la construcción genética?</b>			
13c	T304-40		Solo prueban en hojas, cuadro y grano. <b>Los niveles detectados en los parentales</b> para cada proteína <b>son en ocasiones muy distintos al encontrado en el apilado Twinlink (T304-40 x GHB119). En particular en hoja la concentración de Cry2Ae aumenta mucho en el apilado (41.3 +-22.0 ug/g peso Fresco) en relación con el parental GHB119 (4.98 +-0.59 ug/g peso fresco),</b> y algo parecido sucede en hojas en el caso de la proteína PAT. No se menciona ni la metodología utilizada ni el número de repeticiones realizadas.
	GHB 119		
	GHB614		
	T304-40 x GHB 119 x GHB614		No se reportan resultados de cuantificación para el triple apilado y este punto es particularmente relevante dado el aumento en la cuantificación de proteínas como la Cry2Ae en el apilado parental TwinLink comparado con el evento GHB119.
<b>13d) ¿Los incisos anteriores se respaldan con experimentos de western blot y/o ELISA?</b>			
13d	T304-40		No se detalla la metodología utilizada
	GHB 119		NR No se detalla la metodología utilizada
	GHB614		NR No se detalla la metodología utilizada
	T304-40 x GHB 119 x GHB614		NR No se reportan resultados de cuantificación para el triple apilado
<b>13e) ¿Presentan los resultados de las técnicas antes mencionadas?</b>			
13e	T304-40		
	GHB 119		
	GHB614		
	T304-40 x GHB 119 x GHB614		
<b>14) ¿Las proteínas se expresan de manera estable a lo largo de varias generaciones?</b>			
14	T304-40		NR
	GHB 119		NR
	GHB614		NR
	T304-40 x GHB 119 x GHB614		NR
<b>15) ¿El OGM expresa el fenotipo esperado?</b>			
15	T304-40		Ver también formulario fenotípico (Se asume que este evento es resistente a lepidópteros y tolerante a glufosinato de amonio, pero no se incluye información detallada)
	GHB 119		Ver también formulario fenotípico (Se asume que este evento es resistente a lepidópteros y tolerante a glufosinato de amonio, pero no se incluye información detallada)
	GHB614		Ver también formulario fenotípico( Se asume que este evento tolerante a glifosato, pero no se incluye información detallada)

	SI	NO	OBSERVACIONES
T304-40 x GHB 119 x GHB614			Indican textualmente que "El algodón GLT no se distingue de su contraparte convencional, excepto por las características de resistencia a insectos lepidópteros y la tolerancia al efecto de los herbicidas Glufosinato de Amonio y Glifosato conferidas por la introducción de los genes cry1Ab, cry2Ae y bar en el evento TwinLink y por el gen 2mepsps en el evento GlyTol." Sin embargo, los análisis fenotípicos generales resumidos en la solicitud se refieren a los parentales Twinlink y GlyTol (pero no caracteriza ni la resistencia a lepidopteros ni la tolerancia a herbicidas)
<b>16) ¿Presentan el método de detección certificado por el solicitante para la detección del OGM que pretenden liberar?</b>			
T304-40			El método validado por el JRC, publicado el 21/12/2012, está disponible públicamente en: < <a href="http://gmo-crl.jrc.ec.europa.eu/statusofdoss.htm">http://gmo-crl.jrc.ec.europa.eu/statusofdoss.htm</a> >
GHB 119			El método de detección no fue incluido en la solicitud (incluyen el método para otro evento). El método validado por el JRC, publicado el 21/12/2012, está disponible públicamente en: < <a href="http://gmo-crl.jrc.ec.europa.eu/statusofdoss.htm">http://gmo-crl.jrc.ec.europa.eu/statusofdoss.htm</a> >
GHB614			
T304-40 x GHB 119 x GHB614			La solicitud no incluye el método de detección para uno de los parentales.
<b>17) ¿Entregaron material de referencia positivo y negativo suficiente para que las autoridades competentes puedan llevar a cabo ensayos de detección y monitoreo en caso de ser requerido?</b>			
T304-40 x GHB 119 x GHB614			

	SI	NO	OBSERVACIONES
--	----	----	---------------

**Conclusión sobre los datos del formulario molecular**

En general, la Información que se proporciona en esta solicitud se refiere a los parentales sencillos BCS-GHØØ4-7 (T304-40), BCS-GHØØ5-8 (GHB119) y BCS-GHØØ2-5 (GHB614) que, al ser cruzados, generan el evento triple apilado solicitado. Se proporciona además, cierta información sobre el apilado doble conformado por la cruce de los eventos BCS-GHØØ4-7 x BCS-GHØØ5-8 (T304-40 X GHB119), comercialmente llamado Twinlink. En cuanto a la información molecular proporcionada, salvo por la que se retoma en los archivos anexos en las referencias, suele ser demasiado escueta y en ocasiones confusa; un exceso de simplificación de los datos presentados impide la comprensión o la plena justificación de las afirmaciones presentadas. **La solicitud refiere pocos datos específicos propios del evento solicitado.** A partir del análisis de la información que sí fue proporcionada se evidencia que la información del triple apilado BCS-GHØØ4-7 x BCS-GHØØ5-8 x BCS-GHØØ2-5 ((T304-40xGHB119) x GHB 614) es fundamental para realizar el módulo molecular del análisis de riesgo: **1)** En cuanto a cuantificación proteica, a) esta es poco detallada, no se indica la metodología utilizada ni el número de repeticiones; b) no se presentan valores de cuantificación proteica en el triple apilado; c) en los datos incluidos en la solicitud se observa un aumento considerable en los valores de la proteína Cry2Ae en hojas del apilado Twinlink (41.3 +-22.0 ug/g peso fresco) con respecto a los valores del parental BCS-GHØØ5-8 (GHB119) (4.98 +-0.59). Un aumento de esta magnitud podría provocar la aparición efectos indeseados sobre organismos no blancos ligado a un aumento en la concentración de estas proteínas tóxicas en hoja, y estos efectos no pueden ser estimados a partir de los datos obtenidos únicamente a partir de los parentales. Esta Comisión considera indispensable tener una cuantificación fidedigna de los niveles de las proteínas Cry2Ae y Cry1Ab en el triple apilado solicitado para liberar en campo y su comparación contra los eventos parentales, para poder realizar un análisis de riesgo en forma. **2)** El cassette de expresión del gen *cry1ab* insertado en el parental BCS-GHØØ4-7 (T304-40), esta presente en dos copias parciales, una con un terminador *3'me1* truncado y otra con el promotor *Ps7s7* truncado. Esta situación haría importante caracterizar el tipo de transcritos presentes en la planta que deriven de estas inserciones, sin embargo no se incluyó información referente a los RNA mensajeros expresados a partir de los eventos de transformación. **3)** El promovente no incluye en la solicitud un método de detección para el evento parental BCS-GHØØ5-8 (GHB119). En su lugar incluye el método de detección para otro evento (LL25), el cual no permitiría detectar al parental mencionado debido a que es un método de detección evento-específico.

Adicionalmente la CONABIO considera recomendable estar atentos respecto a las dudas técnicas que han surgido en relación al uso del glifosato, ya que se han documentado recientemente posibles efectos negativos para la salud humana, el ambiente, la diversidad biológica y la sanidad animal y vegetal ( Richard *et al.*, 2005; Huber 2007; Paganelli *et al.*, 2010; Antoniou *et al.*, 2011; Séralini *et al.*, 2012).

Por lo tanto, con base en la información proporcionada por el solicitante sobre el OGM apilado triple BCS-GHØØ4-7 x BCS-GHØØ5-8 x BCS-GHØØ2-5 (T304-40 X GHB119) X GHB614, misma que se empleó para responder a las preguntas y la discusión anterior, se puede concluir que tal como se presentan los datos, aún quedan interrogantes por contestar y **esta Comisión no tiene suficientes elementos para realizar un análisis de riesgo completo a partir de los datos moleculares presentados**, por lo que no se puede descartar que existan riesgos. **Por esta razón no se recomienda liberar este evento hasta que el promovente no cuente con mayores elementos de análisis.**

- La información presentada o los resultados permiten llevar a cabo el análisis de los riesgos y concluir sobre los mismos.
- Indica que la respuesta no es categórica y se complementa con el texto de la Observación.
- No reportan la información solicitada
- NA No aplica esta información
- ND No determinado

(1) A falta de norma o lineamientos técnicos Ad Hoc para el análisis de riesgo de OGMs apilados ("stacked" en inglés), se toma en consideración lo reportado por De Schrijver, A., et al. en el 2007, en el artículo denominado "Risk assesment of GM stacked events obtained from crosses between GM events", publicado en la revista Trends in Food Science & Technology. Artículo que trata no sólo de la información y del análisis de riesgo para uso y consumo humano, si no también para liberación ambiental.

(2) Se considera como país de origen, aquél en el que fue obtenido el OGM.

SI	NO	OBSERVACIONES
		<p>(3) La FDA considera que los alimentos derivados de plantas GM son tan seguros como los convencionales (<a href="http://www.cfsan.fda.gov/~lrd/stbioeng.html">http://www.cfsan.fda.gov/~lrd/stbioeng.html</a>), sin embargo invita a los desarrolladores a someter sus productos a evaluación en un procedimiento voluntario denominado "Consultas" de acuerdo a la regulación del "Federal Register of May 29, 1992" (57 FR 22984), y a mandar una "Notificación previa a la comercialización" 120 días previos, misma que es obligatoria de acuerdo a lo publicado en el "Federal Register January 18, 2001 (Volume 66, Number 12))" y una vez concluidos estos procesos se publican en su página web: <a href="http://www.cfsan.fda.gov/~lrd/biocon.html">http://www.cfsan.fda.gov/~lrd/biocon.html</a>.</p>
		<p>(4) Debido al sistema regulatorio de EUA , se considera que en una cruce de eventos de transformación, la línea resultante obtiene la aprobación inmediatamente al proceder de parentales aprobados. Por lo tanto, no reportan en sus bases de datos la regulación de este tipo de OGMs.</p>
		<p>(5): Figuras tomadas de la versión para consulta pública de esta solicitud</p>
		<p>(6) De acuerdo al artículo de De Schrijver, A., et al. La información necesaria para el análisis de riesgo de eventos apilados es la siguiente:  <b>Caracterización molecular:</b> Se debe comprobar y documentar la herencia del evento apilado, el análisis de Southern blot es la herramienta para proveer dicha información, sin embargo en algunos casos puede ser necesaria la secuenciación de todo el material de interés, así como de las zonas flanqueantes en el genoma del evento apilado, esto con la finalidad de comprobar que no hubo cambios puntuales importantes en las secuencias de interés y documentar el mantenimiento de las regiones flanqueantes de los insertos. Derivado de la información anterior, se puede considerar necesario también, la identificación de potenciales marcos de lectura abierto (ORFs por sus siglas en inglés) generados que podrían derivar en la expresión de proteínas diferentes a las esperadas. Es importante destacar que dependiendo del caso, puede tener mayor importancia la necesidad de comprobar que los niveles de expresión de las proteínas de interés en el evento apilado no se modificaron comparándolas con sus parentales, ya que está información servirá para extrapolarla a los estudios de bioseguridad ambiental y analizar mejor los estudios de caracterización agronómica.</p>
		<p><b>Caracterización fenotípica-agronómica:</b> Se deben correr estudios para identificar efectos potenciales resultantes en el OGM apilado. Se debe poner especial atención en el monitoreo del incremento de invasividad, efectos sinérgicos tóxicos a organismos no blanco o resistencias cruzadas debido a la presencia combinada de varios rasgos</p>

**REFERENCIAS**

Altschul, S F., Gish, W., Miller, W., Myers, E.W. & Lipman, D.J. (1990) "Basic local alignment search tool " J. Mol. Biol. 215.403-410

Antoniu M, Mostafa Habib MED, Howard CV, Jennings RC, Leifert C, Onofre Nodari R, Robinson C, Fagan J. 2011 Roundup and birth defects. Is the public being kept in the dark?. Earth open Source, June 2001. disponible en <http://www.scribd.com/doc/57277946/RoundupandBirthDefectsv5>.

Bayer de México. 2012. Solicitud de permiso para la liberación al ambiente del algodón genéticamente modificado GLT: GlyTol® \* Twinlink™ (GHB614 x T304-40 x GHB119) en etapa experimental en los estados de Baja California y Sonora durante el ciclo agrícola 2013.

De Schrijver A., Devos Y., Van den Bulcke M., Cadot P., De Loose M., Reheul D., Sneyers M. Risk assessment of GM stacked events obtained from crosses between GM events (2007) Trends in Food Science and Technology, 18 (2), 101-109.

Huber D.M. 2007. What about glyphosate-induced manganese deficiency? Fluid Journal, Fall2007. Disponible en línea en: <http://www.agweb.com/assets/import/files/58P20-22.pdf>

Paganelli, A, Gnazzo V, Acosta H, López SL, Carrasco A E. 2010. Glyphosate-based herbicides produce teratogenic effects on vertebrates by impairing retinoic acid signaling. Chem. Res. Toxicol. 23(10): 1586-1595

Richard S, Moslemi S, Sipahutar H, Benachour N, Seralini GE. 2005. Differential effects on glyphosate and Roundup on Human Placental Cells and Aromatase. Environ. Health Perspect., 113: 716-720.

Seralini GE, Clair E, Mesnage R, Gress S, Defarge N, Malatesta M, Hennequin D, Spiroux de Vendomois J. 2012. Long term toxicity of a Roundup herbicide and a Roundup-tolerant genetically modified maize. Food and Chemical Toxicology, 50(11):4221-4231

<http://www.ncn.com.ar/08/noticiad.php?n=3419&sec=2&ssec=&s=noticiad>

<http://www1.hcdn.gov.ar/proyxml/expediente.asp?fundamentos=si&numexp=2007-D-2009>

<http://www.pagina12.com.ar/diario/sociedad/3-131014-2009-09-02.html>

[http://gmreport.com/articles/may10/conseguenceso\\_widespread\\_glyphosate\\_use.php](http://gmreport.com/articles/may10/conseguenceso_widespread_glyphosate_use.php)

[http://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:1ENuS4z8tmcJ:www.btny.purdue.edu/weedscience/2011/glyphosatesimpact11.pdf+Cotton+glyphosate+diseases&hl=es&gl=es&pid=bl&srcid=ADGEEsGD3yTiRA38hvJruJdTW\\_OowCv6htgmfRLhzoSm1XoCyGAFxhQykNh4ocK2DvBM9iw-5gq0CrJfnDYkx4Vo8iGttfopZsJtiWOLqbbZQZAK4BDKx8qhuO8QmX9hr8Ux55U3Q&sig=AHIEtbR9iV8kdP7u8GW6hKTkIP9QOIFmQQ](http://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:1ENuS4z8tmcJ:www.btny.purdue.edu/weedscience/2011/glyphosatesimpact11.pdf+Cotton+glyphosate+diseases&hl=es&gl=es&pid=bl&srcid=ADGEEsGD3yTiRA38hvJruJdTW_OowCv6htgmfRLhzoSm1XoCyGAFxhQykNh4ocK2DvBM9iw-5gq0CrJfnDYkx4Vo8iGttfopZsJtiWOLqbbZQZAK4BDKx8qhuO8QmX9hr8Ux55U3Q&sig=AHIEtbR9iV8kdP7u8GW6hKTkIP9QOIFmQQ)

<http://www.btny.purdue.edu/weedscience/2010/GlyphosateMn.pdf>

<http://www.scribd.com/doc/57277946/RoundupandBirthDefectsv5>



Formulario geográfico del organismo receptor, sus parientes silvestres y el organismo genéticamente modificado

Solicitud: 092/2012

Organismo genéticamente modificado: Algodón BCS-GH004-7 x BCS-GH005-8 x BCS-GH002-5, ó GLT: GlyTol® \*TwinLink™, ó (GHB 614) x (T304-40 x GHB119)

Promovente: Bayer de México, S.A. de C.V.

Fenotipo: Resistencia a Lepidópteros y tolerancia a herbicidas glufosinato de amonio (TwinLink™) y glifosato (Glytol®)

Modificación genética: inserción de los genes cry1Ab, cry2Ae, bar (TwinLink™) y 2mepsps (Glytol®)

Organismo receptor: *Gossypium hirsutum* L., 1763, cultivado y silvestre

Parientes silvestres: 11 especies diploides (*G. aridum*, *G. armourianum*, *G. davidsonii*, *G. gossypoides*, *G. harknessii*, *G. laxum*, *G. lobartum*, *G. schwendimanii*, *G. thurberi*, *G. trilobum* y *G. turneri*) y un tetraploides (*G. barbadense*)

Sitio(s) de liberación: Estados de Baja California y Sonora, el cual esta delimitado por los siguientes vértices: -115.87122, 32.62990; -114.71826, 32.71716; -114.77762, 32.48215; -114.40979, 32.36717; -114.77202, 32.01085; -114.85278, 32.09637; -114.94482, 32.17419; -114.99126, 32.12307; -114.97581, 32.01560; -114.99630, 31.98344; -115.23094, 31.97869; -115.19191, 31.83905; -115.09136, 31.75517; -115.09156, 31.53415; -115.53696, 31.53945 y -115.83153, 32.00161.



Superficie solicitada para la liberación experimental de algodón GM: 50 hectáreas

Área del sitio solicitado para la liberación experimental de algodón GM: 1,109,920.5924 hectáreas

Etapa propuesta de liberación: Experimental

Sitio de liberación		SI	NO	Observaciones
1	¿Existen indicios respecto a que liberaciones anteriores del mismo evento solicitado por el promovente se hayan realizado fuera del área solicitada?		NA	
2	¿Existen indicios respecto a que liberaciones anteriores se hayan realizado en zonas que no son de uso de suelo agrícola?		NA	
Áreas de conservación		SI	NO	Observaciones
3	¿Se encuentra el sitio solicitado de liberación del OGM dentro o en las inmediaciones (hasta 1 km) de un Área Natural Protegida <sup>1</sup> (ANP)?			Las ANP más cercanas son "Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado" y "El Pinacate y Gran Desierto Altar", las cuales se encuentran a 1 Km respectivamente, y "Constitución de 1857" que se encuentra a 1.62 Km del sitio solicitado.
4	¿Las liberaciones anteriores del mismo evento solicitado por el promovente se han realizado dentro de un Área Natural Protegida?		NA	
5	¿Se encuentra el sitio de liberación del OGM dentro o en las inmediaciones de alguna Región Prioritaria para la Conservación de la Biodiversidad <sup>2</sup> ?			La Región Marina Prioritaria "Alto Golfo"; la Región Terrestre Prioritaria "Sierra de Juárez" y las Regiones Hidrológicas Prioritarias "Delta del río Colorado" y "San Pedro Mártir".

Ecorregiones		SI	NO	Observaciones
6	¿Cuáles son las ecorregiones terrestres (nivel 4) que abarca el sitio o los sitios de liberación solicitados?	NA		Dentro del sitio solicitado se encuentran cuatro ecorregiones: "Desiertos del Alto Golfo (Altar, El Pinacate, corredor Mexicali-San Felipe, cuencas de Asunción, Sonoyta, y San Ignacio-Aribaipa)", "Humedales del delta del Río Colorado", "Sierras y Lomeríos con bosques de coníferas, encinos y mixtos (de Juárez) y "Lomeríos y Planicies con matorral xerófilo y chaparral".
7	¿Comparten el sitio o los sitios de liberación solicitados las mismas ecorregiones terrestres de México <sup>3</sup> (nivel 4) en etapa experimental y piloto del OGM?	NA		
8	¿Se generó en etapa experimental información relevante para las ecorregiones abarcadas en el sitio o los sitios de liberación solicitados?	NA		
Zonas libres		SI	NO	Observaciones
9	¿Se encuentra el sitio de liberación del OGM dentro o en las inmediaciones de alguna área geográfica identificada como centro de origen y/o de diversidad genética <sup>4</sup> del organismo receptor y/o parientes silvestres?	ND		Estas áreas aún no han sido determinadas (ND), sin embargo la CONABIO emitió el oficio DTAP/454/2012 como respuesta a la información solicitada por la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), hasta el momento desconocemos la respuesta dada por las demás instituciones para el establecimiento de dichas áreas geográficas.
10	¿Se encuentra el sitio de liberación del OGM dentro o en las inmediaciones de alguna zona libre de OGM?			Hasta el día de hoy no se conoce alguna solicitud de declaración de zona libre de algodón genéticamente modificada en los estados de Baja California y Sonora.
Organismo receptor silvestre		SI	NO	Observaciones
11	¿Se encuentra el sitio propuesto de liberación del OGM cercano a los sitios de colecta disponibles <sup>5</sup> de la especie en estado silvestre no modificada genéticamente?			El sitio de colecta de la especie <i>G. hirsutum</i> más cercano se encuentra a 943 Km.
12	¿Se encuentra el sitio propuesto de liberación del OGM dentro de las zonas de similitud ecológica <sup>6</sup> de la especie en estado silvestre no modificada genéticamente?			La metapoblación de <i>G. hirsutum</i> más cercana es Baja California Sur la cual se encuentra a 929 Km.
Organismo receptor cultivado		SI	NO	Observaciones
13	¿Se encuentra el sitio propuesto de liberación del OGM cercano o dentro de alguna región productiva de la especie cultivada no modificada genéticamente?			Del 2005 al 2011 se reportó la siembra de algodón dentro del sitio propuesto de liberación (SIAP, 2012).
Parientes silvestres (por parientes silvestres se considera a las especies pertenecientes al mismo género al que pertenece el organismo receptor o aquellas con la que pueda existir hibridación)		SI	NO	Observaciones
14	¿Se encuentra el sitio de liberación del OGM cercano a los sitios de colecta disponibles para los parientes silvestres con los que puede hibridar?			El sitio de colecta disponible más cercano se encuentra a 2748 Km.
15	¿Se encuentra el sitio de liberación del OGM dentro de las zonas de similitud ecológica para los parientes silvestres con los que puede hibridar?			La zona de similitud ecológica más cercana se encuentra a 2291 Km.
Organismo genéticamente modificado		SI	NO	Observaciones
16	¿El OGM ha sido liberado anteriormente en el sitio solicitado o en las inmediaciones previo a la entrada en vigor de la ley de bioseguridad de organismos genéticamente modificados?			
17	¿El OGM ha sido liberado anteriormente en el sitio solicitado o en las inmediaciones a partir de la entrada en vigor de la ley de bioseguridad de organismos genéticamente modificados?			
18	¿Existe algún reporte de liberación al ambiente/presencia en el ambiente de algodón GM en el sitio solicitado, en las inmediaciones o en el Estado aún cuando este sea sin permiso?			

### Conclusión sobre los datos del formulario geográfico del organismo receptor, sus parientes silvestres y el organismo genéticamente modificado

La liberación experimental se pretende llevar a cabo en los estados de Baja California y Sonora. El sitio que propone el solicitante está delimitado por los siguientes vértices: -115.87122, 32.62990; -114.71826, 32.71716; -114.77762, 32.48215; -114.40979, 32.36717; -114.77202, 32.01085; -114.85278, 32.09637; -114.94482, 32.17419; -114.99126, 32.12307; -114.97581, 32.01560; -114.99630, 31.98344; -115.23094, 31.97869; -115.19191, 31.83905; -115.09136, 31.75517; -115.09156, 31.53415; -115.53696, 31.53945 y -115.83153, 32.00161.

En relación a la posibilidad de hibridación de *Gossypium hirsutum* L., genéticamente modificado BCS-GH004-7 x BCS-GH005-8 x BCS-GH002-5, ó GLT: GlyTo® \*TwinLink™, ó (GHB 614) x (T304-40 x GHB119) con el organismo receptor silvestre, si bien no observamos posibles consecuencias por hibridación derivada de flujo de polen, sí observamos consecuencias por las posibilidades de hibridación asociadas a la dispersión de semillas, ya que se han identificado individuos en más de una metapoblación de algodón silvestre que presentan proteínas Cry1AB y/o Cry1Ac y/o Cry2A y/o CP4EPSPS y/o PAT, en las metapoblaciones Pacífico Norte, Pacífico Sur, Golfo Norte y Golfo Sur (Wegier *et al.*, 2011). De estas, la metapoblación Pacífico Sur se encuentra a más de 500 km de distancia de la fuente conocida más cercana de algodón GM. Esto es evidencia de que ya ha habido flujo de genes de cultivos GM hacia las poblaciones silvestres de algodón presentes en regiones distantes a las áreas de liberación.

En cuanto a parientes silvestres con los que puede hibridar el OGM, en este caso *G. barbadense*, el sitio de colecta disponible más cercano se encuentra a 2748 kilómetros y la zona de similitud ecológica a 2291 kilómetros de distancia.

Se registraron siembras en el SIAP en el periodo del 2005 al 2011 se reportó la siembra de algodón dentro del sitio propuesto de liberación, por lo que observamos posibles consecuencias en función a la posibilidad de hibridación con el organismo receptor cultivado si este cultivo se sembrara en el periodo de liberación.

Las Áreas Naturales Protegidas (ANP) más cercanas al sitio de liberación son "Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado" y "El Pinacate y Gran Desierto Altar", las cuales se encuentran a 1 Km respectivamente, y "Constitución de 1857" que se encuentra a 1.62 Km.

Las regiones prioritarias que se encuentran dentro de este sitio son las: Región Marina Prioritaria "Alto Golfo"; Región Terrestre Prioritaria "Sierra de Juárez" y Regiones Hidrológicas Prioritarias "Delta del río Colorado" y "San Pedro Mártir".

Dentro del sitio solicitado se encuentran cuatro ecorregiones de nivel 4 (INEGI, CONABIO e INE, 2008): "Desiertos del Alto Golfo (Altar, El Pinacate, corredor Mexicali-San Felipe, cuencas de Asunción, Sonoyta, y San Ignacio-Aribaipa)", "Humedales del delta del Río Colorado", "Sierras y Lomeríos con bosques de coníferas, encinos y mixtos (de Juárez) y "Lomeríos y Planicies con matorral xerófilo y chaparral".

1. Áreas Naturales Protegidas. Estas son porciones terrestres o acuáticas del territorio nacional representativas de los diversos ecosistemas, en donde el ambiente original no ha sido esencialmente alterado y que producen beneficios ecológicos cada vez más reconocidos y valorados (CONANP).

2. Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad. Programa generado por la CONABIO orientado a la detección de áreas cuyas características físicas y bióticas favorezcan condiciones particularmente importantes desde el punto de vista de la biodiversidad. Un esfuerzo de esto es la identificación de regiones prioritarias para la biodiversidad, considerando los ámbitos terrestre (regiones terrestres prioritarias), marino (regiones prioritarias marinas) y acuático epicontinental (regiones hidrológicas prioritarias), para los cuales, mediante sendos talleres con especialistas, se definieron las áreas de mayor relevancia en cuanto a la riqueza de especies, presencia de organismos endémicos y áreas con un mayor nivel de integridad ecológica, así como aquéllas con mayores posibilidades de conservación en función a aspectos sociales, económicos y ecológicos (Arriaga *et al.*, 1988, 2000 y 2002).

3. Ecorregiones terrestres de México: Unidades geográficas con flora, fauna y ecosistemas característicos. Son una división de las grandes "ecozonas" o regiones biogeográficas.

4. Áreas geográficas definidas como centro de origen y/o de diversidad genética pertenecientes al organismo receptor y/o parientes silvestres.

5. Sitios de colecta disponibles: Estos puntos se refieren a los sitios en donde se han colectado ejemplares de la(s) especie(s) que se mencionan. Los datos se obtuvieron a partir de la información existente en el Sistema de Información de Organismos Vivos Modificados (SIOVM).

6. Zonas de similitud ecológica: Se refieren a los sitios en donde se encuentran características ambientales similares a las de los sitios de colecta disponibles para la especie. Estas zonas de similitud ecológica se obtuvieron a partir de un análisis realizado con el Genetic Algorithm for Rule-set Prediction (GARP), el cual es un sistema de modelación que permite generar una serie de posibles modelos de distribución de acuerdo con la similitud ecológica de las especies (Stockwell & Noble, 1992; Stockwell & Peters, 1999).

## REFERENCIAS

Arriaga Cabrera, L., E. Vázquez Domínguez, J. González Cano, R. Jiménez Rosenberg, E. Muñoz López, V. Aguilar Sierra (coordinadores). 1998. Regiones marinas prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.

Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coordinadores). 2000. Regiones terrestres prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.

Arriaga, L., V. Aguilar, J. Alcocer. 2002. "Agua continental y diversidad biológica de México". Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.

DOF. 2005. Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/Ley\\_BOGM.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/Ley_BOGM.pdf)

DOF. 2008. Reglamento de la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg\\_LBOGM.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LBOGM.pdf)

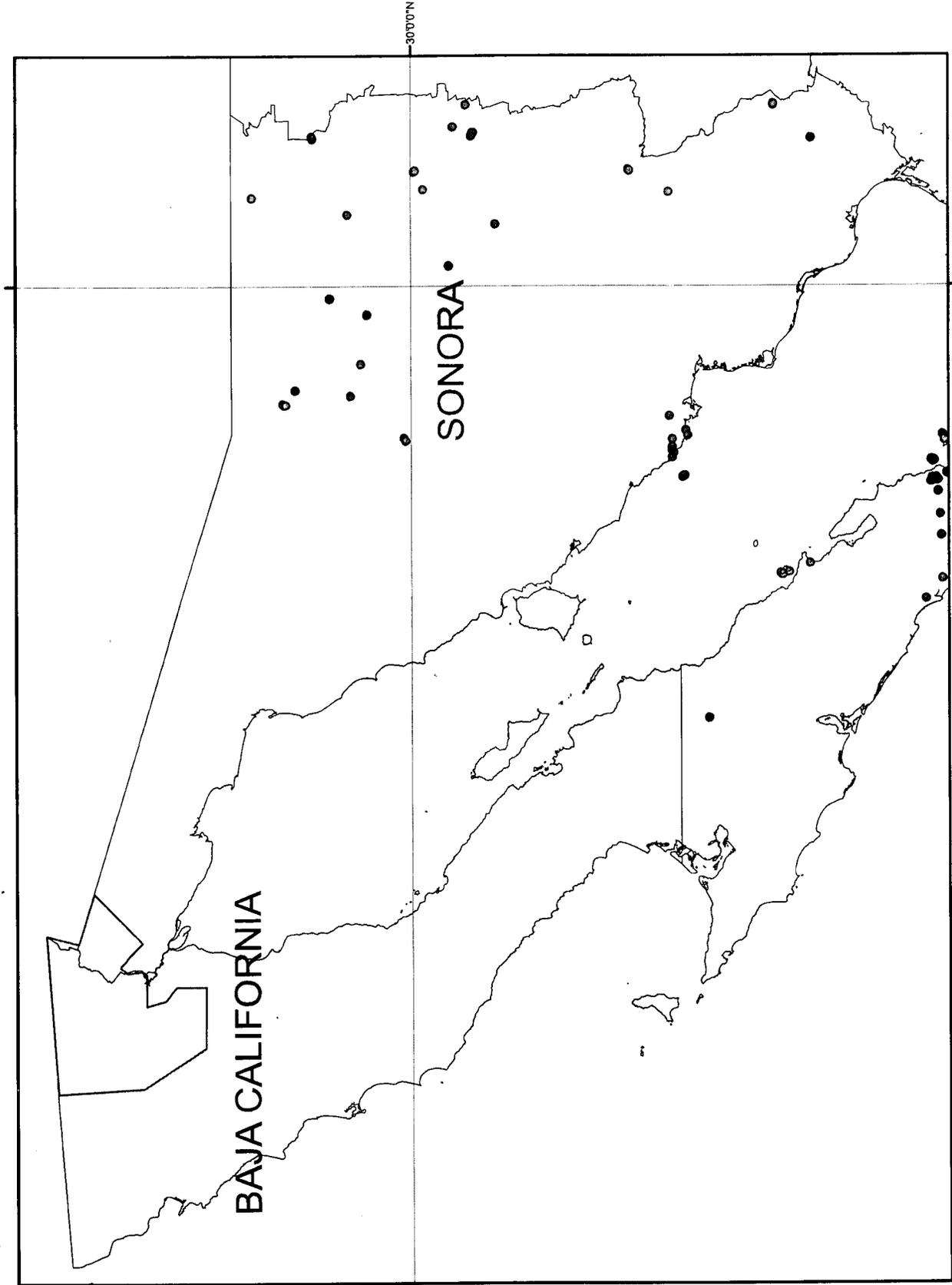
Google earth. Versión 6.2. 2012. <http://www.google.es/intl/es/earth/index.html>

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) -Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) - Instituto Nacional de Ecología (INE). (2008). 'Ecorregiones terrestres de México'. Escala 1:1000000. México. De forma abreviada puede citarse así: INEGI, CONABIO e INE. 2008. 'Ecorregiones terrestres de México'. Escala 1:1000000. México. [http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis/ecort08gw.xml?\\_httpcache=yes&\\_xsl=/db/metadatos/xsl/fgdc\\_html.xsl&\\_indent=no](http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis/ecort08gw.xml?_httpcache=yes&_xsl=/db/metadatos/xsl/fgdc_html.xsl&_indent=no)

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) (2009). Conjunto de Datos Vectoriales de la Carta de Uso del Suelo y Vegetación, Escala 1:250 000 Serie IV (CONTINUO NACIONAL). Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática - INEGI. Aguascalientes, México.

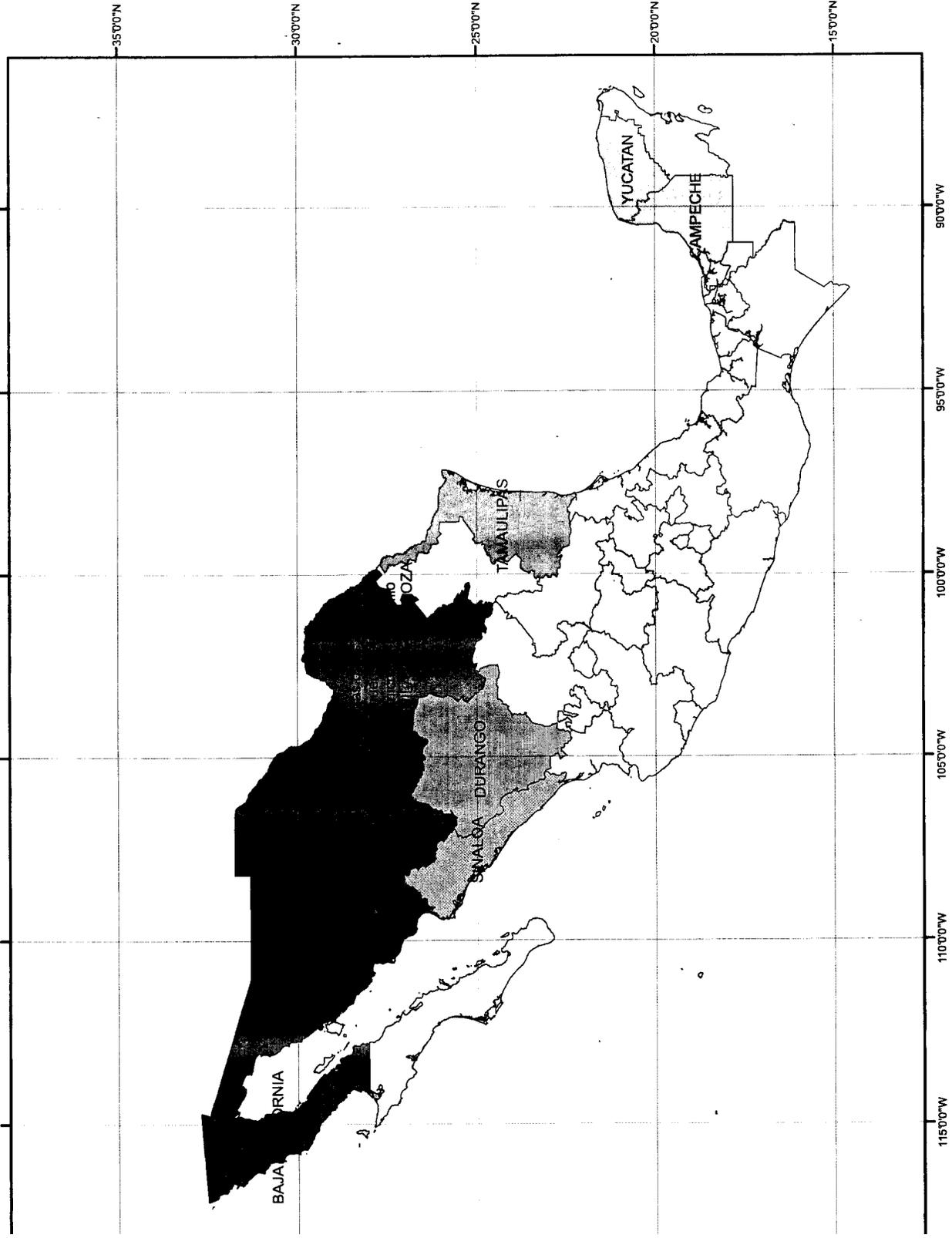


Distribución de especies del género *Gossypium* y sitio solicitado



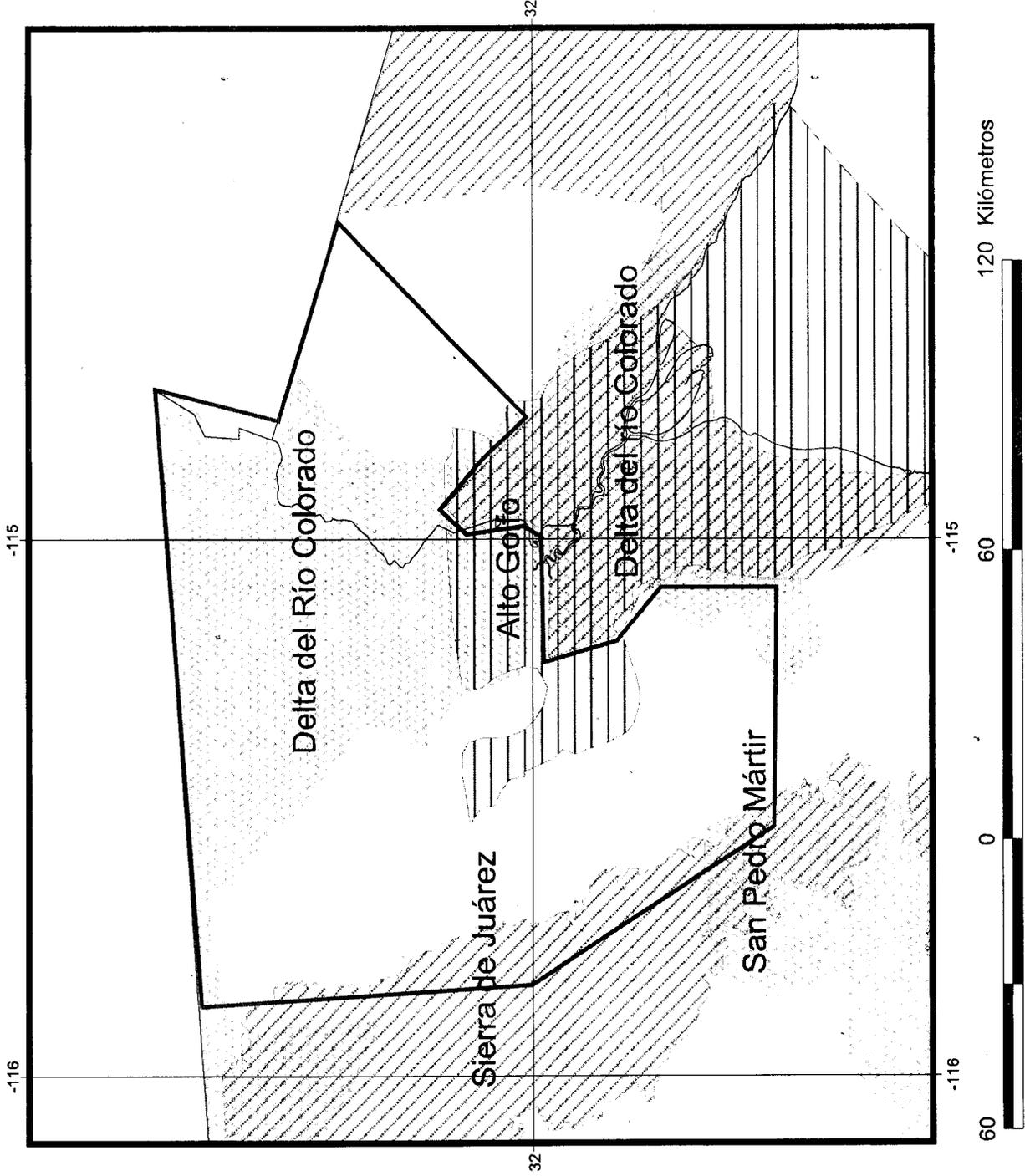


# Producción de algodón en México en el 2011 (riego y temporal)



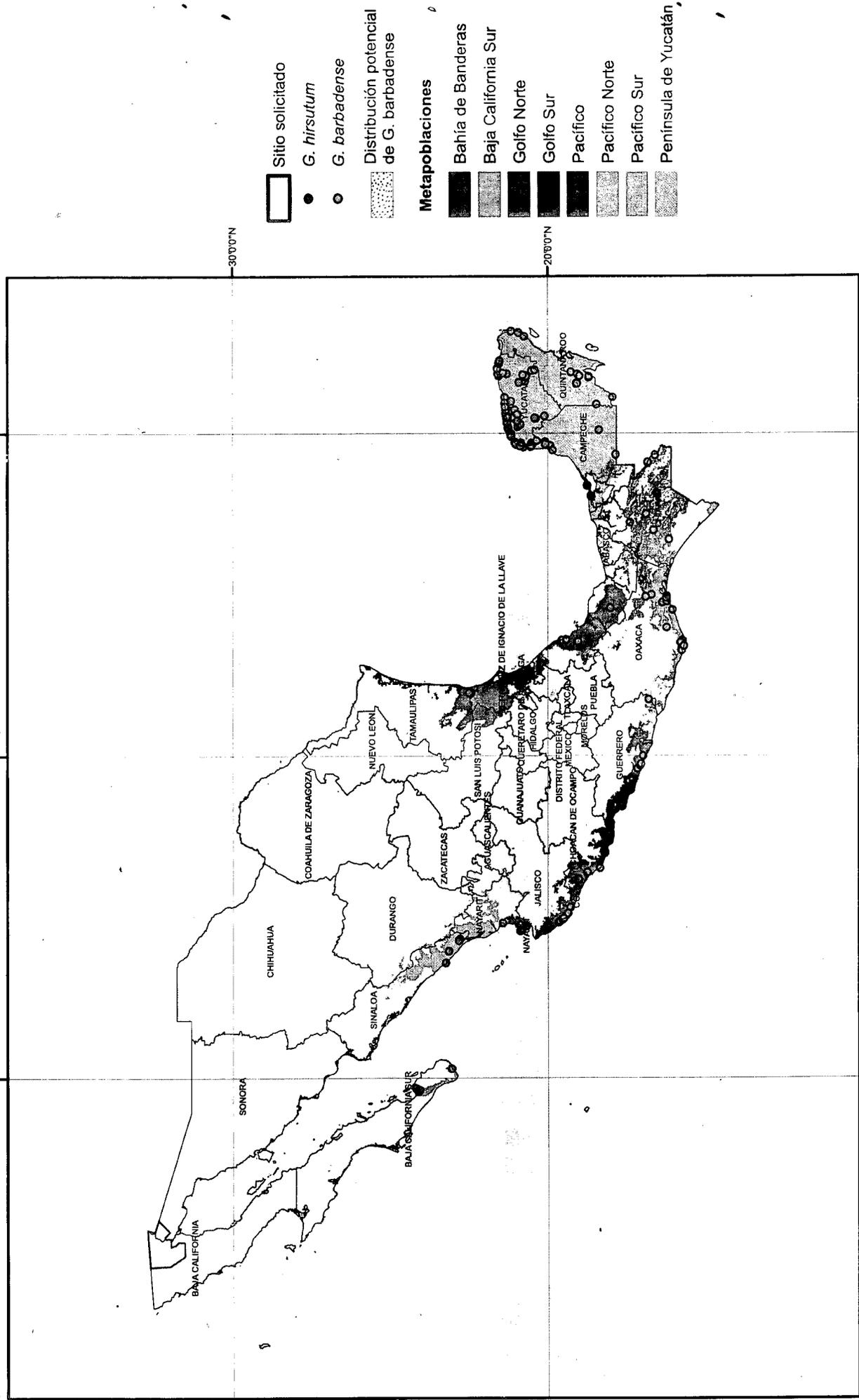


# Sitio solicitado para liberación de algodón genéticamente modificado y las Regiones Prioritarias de México





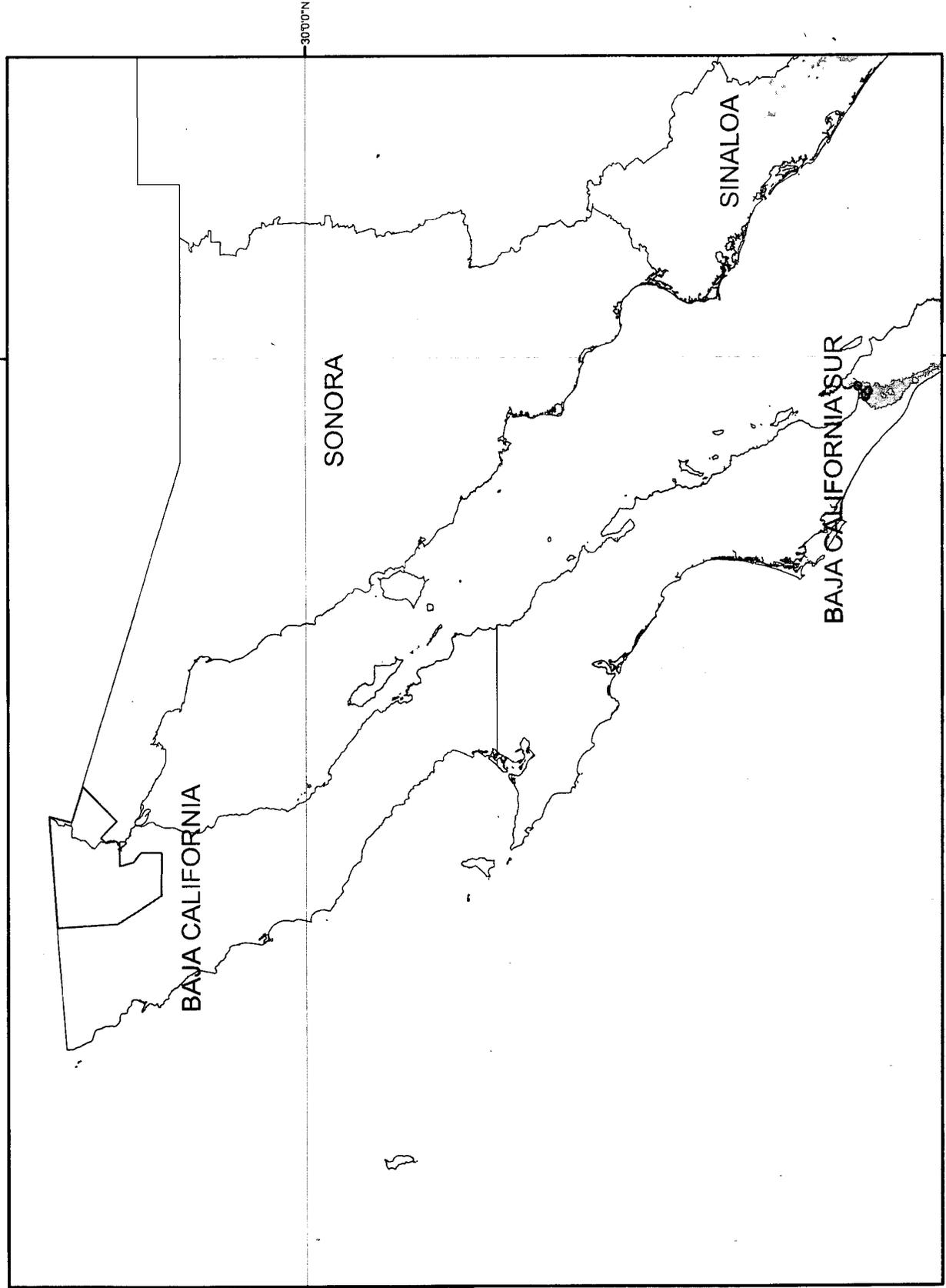
Distribución puntual y metapoblaciones de *G. hirsutum*  
 Distribución puntual y metapoblaciones de *G. barbadense*





Distribución puntual y metapoblaciones de *G. hirsutum*

Distribución puntual y metapoblaciones de *G. barbadense*



Sitio solicitado

● *G. hirsutum*

○ *G. barbadense*

Distribución potencial de *G. barbadense*

**Metapoblaciones**

Bahía de Banderas

Baja California Sur

Golfo Norte

Golfo Sur

Pacífico

Pacífico Norte

Pacífico Sur

Península de Yucatán

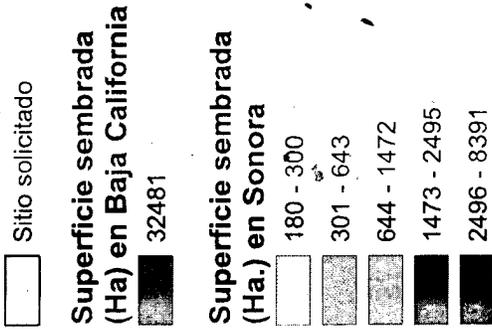
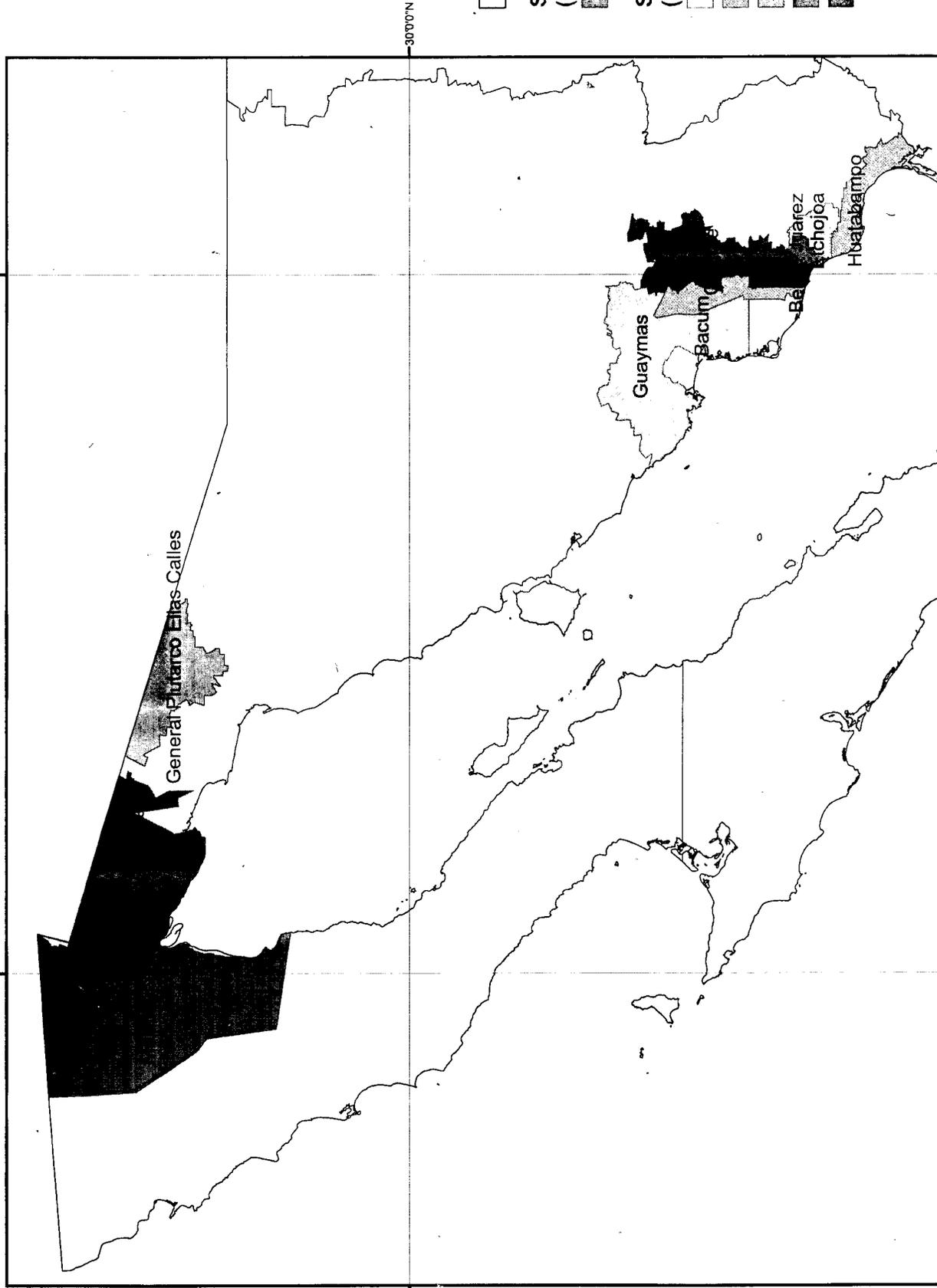
110°00'W

30°00'N





# Producción de algodón en Baja California y Sonora en el 2011 (riego y temporal)



Información del SIAP ([http://www.siap.gob.mx/aagricola\\_siap/icultivo/index.jsp](http://www.siap.gob.mx/aagricola_siap/icultivo/index.jsp))



1100'W

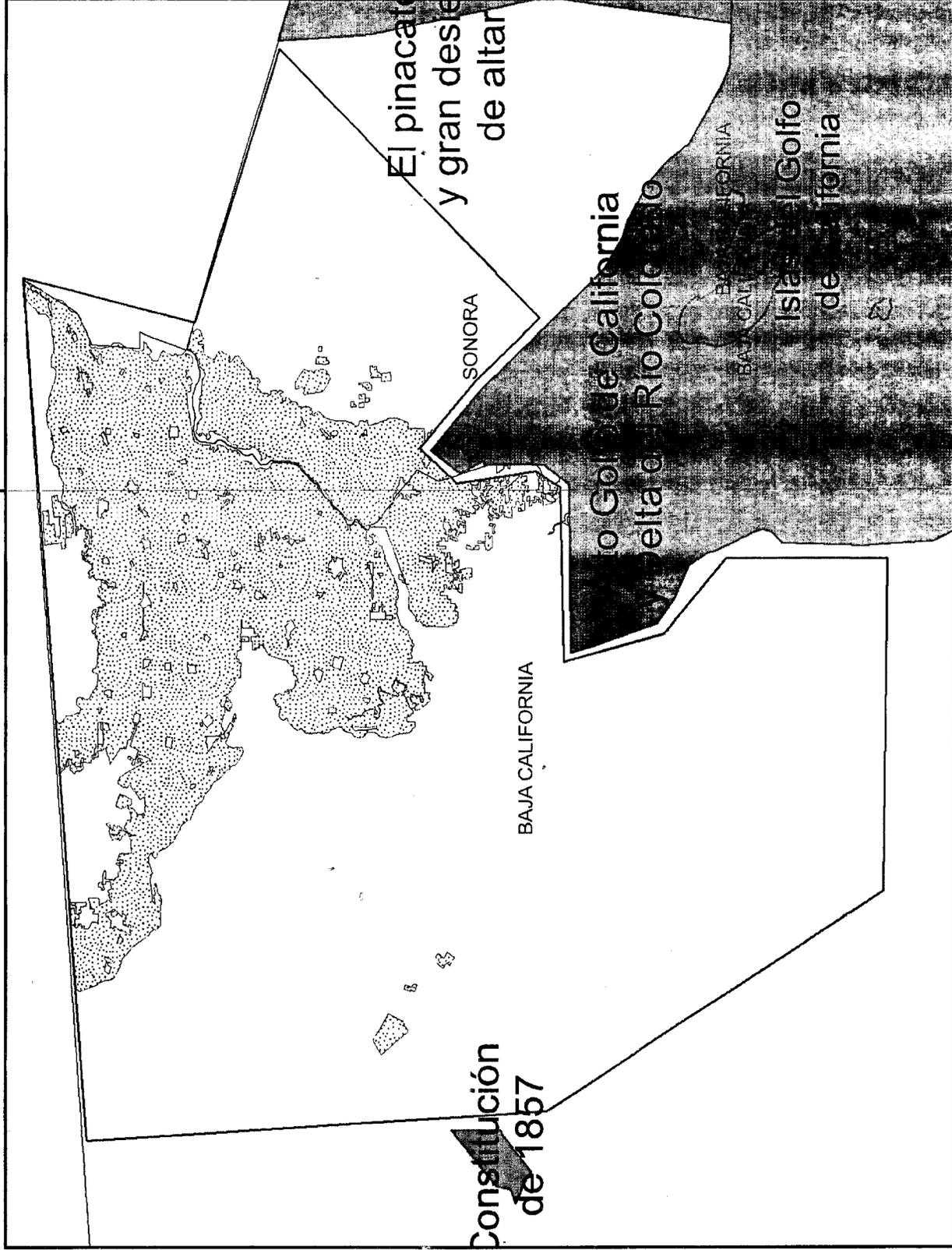
11500'W

30°00'N





# Áreas Naturales Protegidas y Sitio Solicitado

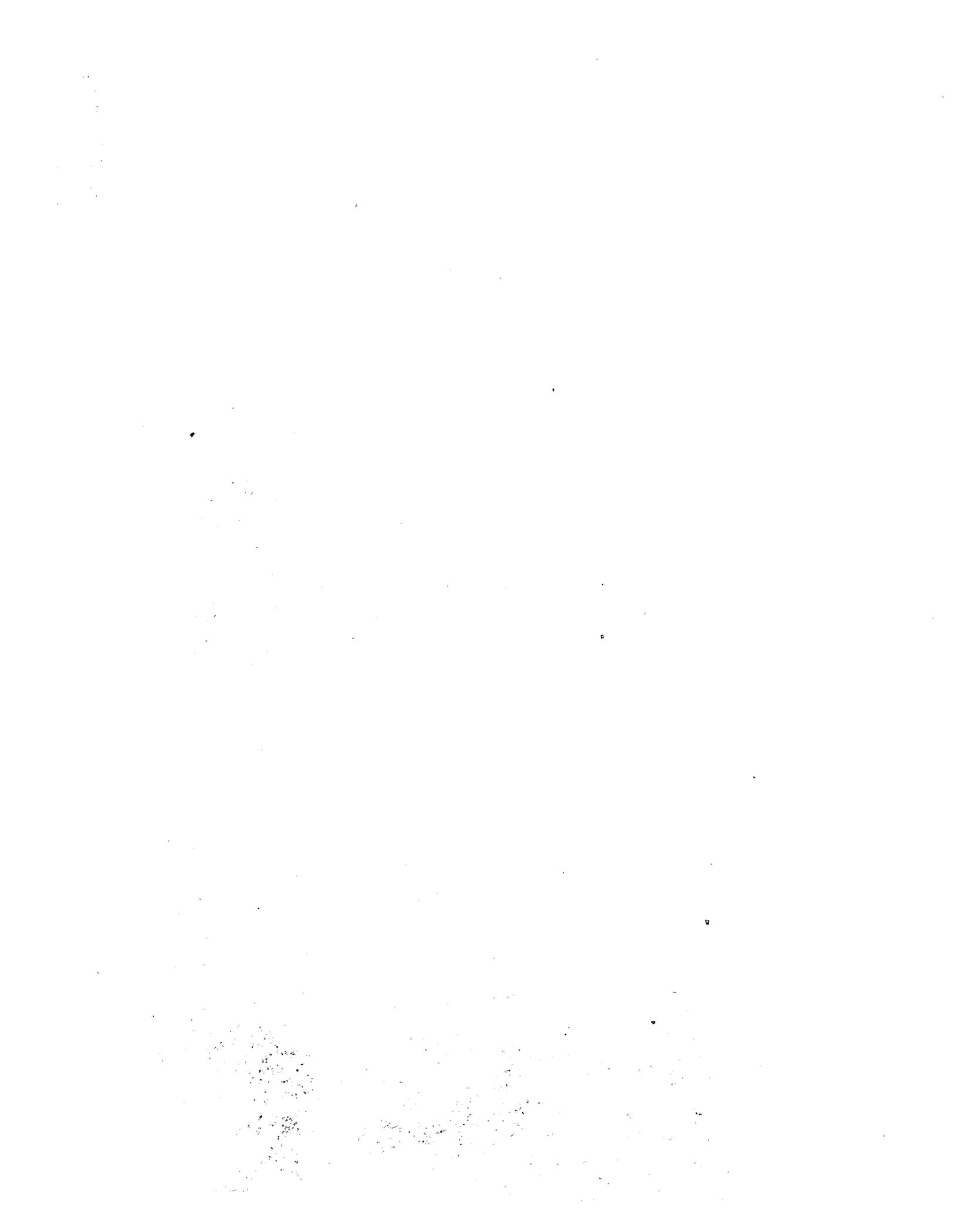


- Sitio solicitado
- Uso de suelo agrícola
- Áreas Naturales Protegidas

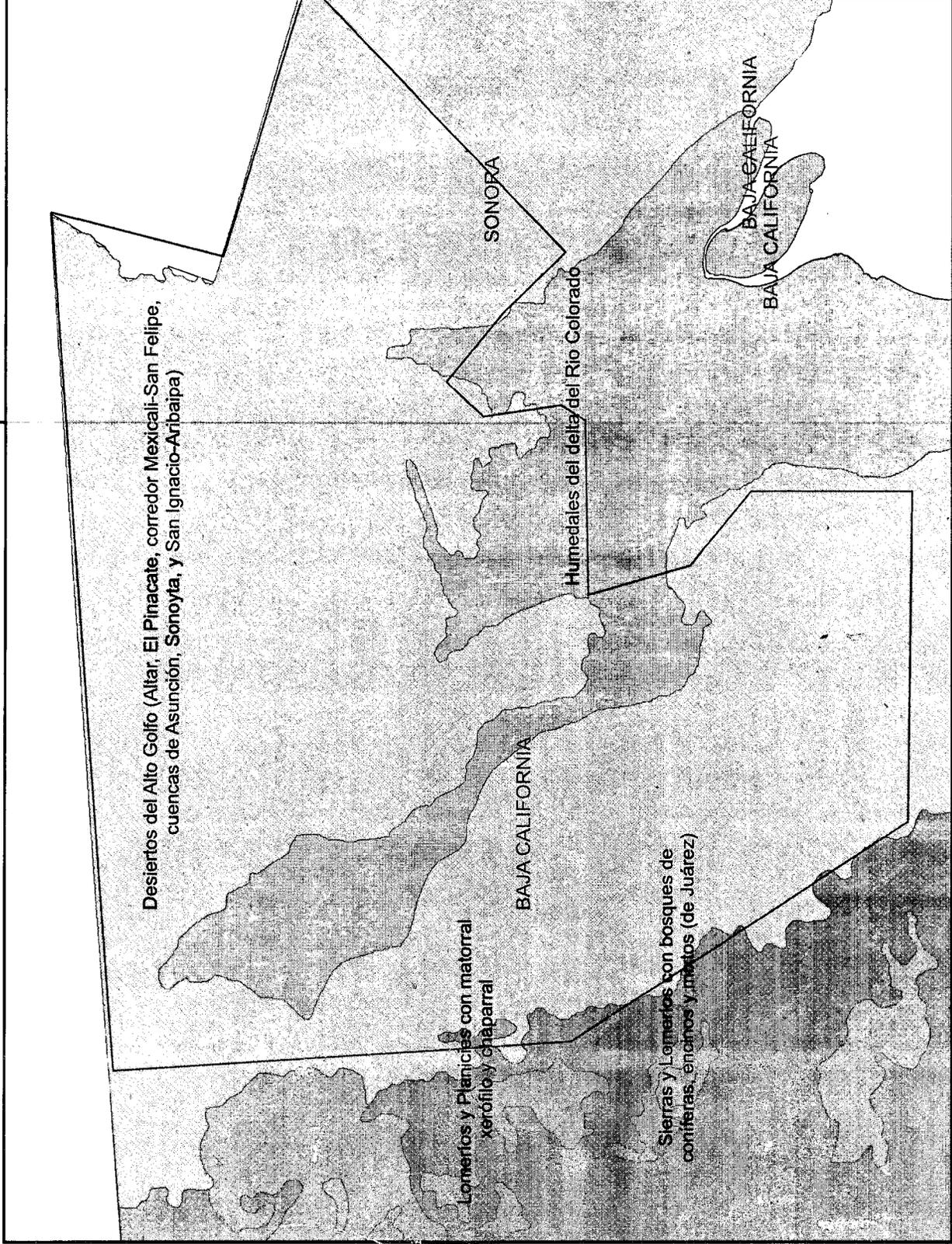
115500W



CONABIO



# Ecorregiones terrestres de México (nivel 4) y sitios solicitados



□ Sitio solicitado

## Ecorregiones

Desiertos del Alto Golfo (Altar, El Pinacate, corredor Mexicali-San Felipe, cuencas de Asunción, Sonoyta, y San Ignacio-Arribaipa)



Humedales del delta del Río Colorado



Lomeríos y Planicies con matorral xerófilo y chaparral



Sierras y Lomeríos con bosques de coníferas, encinos y mixtos (de Juárez)



115°0'W



