

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**

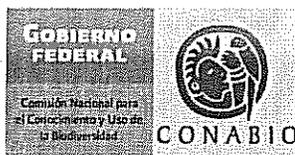
Me refiero a su oficio S.G.P.A./D.G.I.R.A./D.G./3666 de fecha 16 de mayo de 2012 y recibida por CONABIO el día 17 del mismo mes, relacionado a la solicitud No. 020/2012 para la liberación al ambiente de *Gossypium hirsutum* L. genéticamente modificado MON-88913-8 x MON-15985-7 (Bollgard® II / Solución Faena Flex®), presentada por Monsanto Comercial S.A. de C.V., para liberar en etapa experimental durante el ciclo agrícola OI-2012 en la región del estado de Sinaloa. El sitio solicitado se encuentra delimitado por los siguientes vértices: -107.5281, 26.1508; -107.4924, 26.0032; -107.5771, 25.5974; -107.7048, 25.2577; -107.1634, 25.3098; -106.9243, 24.8628; -106.9939, 24.3623; -106.6017, 24.2120; -106.6533, 24.0481; -106.7312, 23.7859; -106.8590, 23.7711; -107.8034, 24.4912; -107.9993, 24.6502; -108.4592, 25.2630; -109.3995, 25.5494; -109.4491, 25.9516; -109.4083, 26.0576; -109.2615, 26.3217; -109.2109, 26.3418; -108.8746, 26.5503; -108.6600, 26.6628; -108.4055, 26.6447 y -108.0129, 26.4582.

Sobre el particular, y con fundamento en lo dispuesto por los artículos 6º 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 MON-88913-8 x MON-15985-7 (Bollgard® II / Solución Faena Flex®), presentada por Monsanto Comercial S.A. de C.V., dentro del polígono propuesto en la región del estado de Sinaloa.





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

Resultados del análisis de riesgo a la solicitud 020/2012 para la liberación al ambiente de *Gossypium hirsutum* L. genéticamente modificado MON-88913-8 x MON-15985-7 (Bollgard®II / Solución Faena Flex®), presentada por Monsanto Comercial S.A. de C.V., para liberar en etapa experimental durante el ciclo agrícola OI-2012 en la región del estado de Sinaloa, el sitio solicitado se encuentra delimitado por los siguientes vértices: -107.5281, 26.1508; -107.4924, 26.0032; -107.5771, 25.5974; -107.7048, 25.2577; -107.1634, 25.3098; -106.9243, 24.8628; -106.9939, 24.3623; -106.6017, 24.2120; -106.6533, 24.0481; -106.7312, 23.7859; -106.8590, 23.7711; -107.8034, 24.4912; -107.9993, 24.6502; -108.4592, 25.2630; -109.3995, 25.5494; -109.4491, 25.9516; -109.4083, 26.0576; -109.2615, 26.3217; -109.2109, 26.3418; -108.8746, 26.5503; -108.6600, 26.6628; -108.4055, 26.6447 y -108.0129, 26.4582.

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./3666 de fecha 16 de mayo de 2012 y recibida por CONABIO el 17 del mismo mes.

Recomendación Final del Análisis de Riesgo:

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

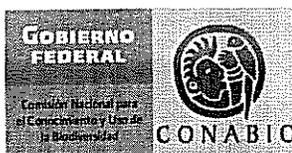
ESTA RECOMENDACIÓN FINAL DEL ANALISIS DE RIESGO DE LA SOLICITUD 020/2012 SE BASA EN LO SIGUIENTE:

#### 1. Caracterización del OGM.

Este evento de transformación MON-88913-8 x MON-15985-7 (Bollgard®II/Solución Faena Flex®) que confiere tolerancia al herbicida glifosato (inserción de dos copias del gen *cp4-epsps*) y a lepidópteros (inserción de los genes *cry1Ac*, *cry2Ab*) ha sido solicitado bajo el marco de la LBOGM por Monsanto Comercial S.A. de C.V., para su liberación en la región bajo las solicitudes 035/2003, 032/2004, 020/2006 y 020/2011.

#### 2. Análisis de aspectos moleculares.

Con base en la información proporcionada por el solicitante sobre el OGM apilado algodón MON-88913-8 x MON-15985-7, se puede concluir que la modificación genética insertada en el OGM *per se* no representa riesgos. La CONABIO considera sin embargo recomendable estar atentos respecto a las dudas técnicas que han surgido en relación al



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

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).

### 3. Análisis de aspectos geográficos.

La liberación experimental se pretende llevar a cabo en la región del estado de Sinaloa. El sitio que propone el solicitante está delimitado por los siguientes vértices: - 107.5281, 26.1508; -107.4924, 26.0032; -107.5771, 25.5974; -107.7048, 25.2577; - 107.1634, 25.3098; -106.9243, 24.8628; -106.9939, 24.3623; -106.6017, 24.2120; - 106.6533, 24.0481; -106.7312, 23.7859; -106.8590, 23.7711; -107.8034, 24.4912; - 107.9993, 24.6502; -108.4592, 25.2630; -109.3995, 25.5494; -109.4491, 25.9516; - 109.4083, 26.0576; -109.2615, 26.3217; -109.2109, 26.3418; -108.8746, 26.5503; - 108.6600, 26.6628; -108.4055, 26.6447 y -108.0129, 26.4582.

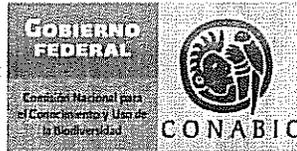
Sí observamos consecuencias por la liberación de *Gossypium hirsutum* L., genéticamente modificado MON-88913-8 x MON-15985-7 (Bollgard II® /Solución Faena Flex®), dada la posibilidad de hibridación con el organismo receptor silvestre. Aunque el sitio de colecta de la especie *G. hirsutum* silvestre más cercano se encuentra a 70 kilómetros, el sitio de liberación solicitado coincide parcialmente con la distribución espacial de la metapoblación de *G. hirsutum* Pacífico Norte. Además, recientemente en individuos de esta metapoblación, se identificó la presencia de las proteínas recombinantes Cry1Ab/Ac y/o Cry2Ac en 67.6% de las semillas muestreadas (Wegier *et al.*, 2011). Esto es evidencia de que ya ha habido flujo de genes de cultivos GM hacia las poblaciones silvestres de algodón en la región.

En cuanto a parientes silvestres con los que puede hibridar el OGM, es decir *G. barbadense*, el sitio de colecta disponible más cercano se encuentra a 1,636 kilómetros y la zona de similitud ecológica a 1,130 kilómetros de distancia.

No hubo siembras reflejadas en el SIAP en el período del 2007 al 2010 pero sí en años anteriores (del 2004 al 2006 se reportó la siembra de algodón en el estado de Sinaloa), 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.

**Dentro del sitio solicitado se encuentran las Áreas Naturales Protegidas "Islas del Golfo de California" y "Playa Ceuta".**

Las regiones prioritarias que se encuentran dentro de este sitio son: las regiones marinas "Laguna Santa María La Reforma", "Laguna de Chiricahueto" y "Piactla-Urías", las regiones hidrológicas "Bahía de Ohuira-Ensenada del Pabellón", "Cuenca altas de los Ríos Culiacán y Humaya", "Cuenca alta del Río Fuerte" y "Cuenca alta del Río San



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

Lorenzo-Minas de Piaxtla" y las regiones terrestres "Las Bocas", "Marismas Topolobampo-Caimanero", "Río Humaya" y "San José".

Dentro del sitio solicitado se encuentran cinco ecorregiones nivel 4 (INEGI, CONABIO e INE, 2008): "Planicies aluviales de los Ríos Yaqui, Mayo y Fuerte con matorral y mezquital xerófilos", "Lomeríos con matorral xerófilo y selva baja caducifolia de Sinaloa y Sonora", "Planicie Costera Sinaloense con selva baja espinosa", "Lomeríos de la planicie de Sinaloa con selva baja caducifolia" y "Humadales de Sinaloa".

#### 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. turneri*) 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 se ha documentado que de manera natural estas especies han tenido introgresión de sus genes en áreas donde se sobrelapan las poblaciones. La introgresión observada no es simétrica, la introgresión de alelos de *G. barbadense* a *G. hirsutum* es común en áreas de simpatria y raro en cultivares modernos, por otro lado los alelos de *G. hirsutum* que se fijan en *G. barbadense* son restrictivos en cultivares modernos y poco comunes en áreas de simpatria (Brubaker *et al.*, 1993).

México es centro de origen y diversidad genética de *G. hirsutum* L. La diversidad genética existente en México está conformada por 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, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tamaulipas y Veracruz.

En el OGM y en el algodón cultivado, la reproducción es 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 mismos polinizadores como *Bombus ssp.* (abejorro) y *Apis mellifera* (abeja), aunque generalmente se autopolinizan (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



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* en México que se encuentran separadas por distancias de más de 200 km, lo que muy posiblemente sea consecuencia de la capacidad de las semillas de dispersarse a través de cuerpos de agua (Wegier, 2005; Wegier *et al.*, 2010, 2011);
- En México se han identificado individuos en las metapoblaciones Pacífico Norte, Pacífico Sur, Golfo Norte y Golfo Sur de *G. hirsutum* silvestre que proteínas Cry1AB y/o Cry1Ac y/o Cry2A y/o CP4EPSPS y/o PAT cuya fuente claramente fueron algodones GM (Wegier *et al.*, 2011). Son preocupantes estos resultados y dejan ver que el aislamiento por distancia no ha sido efectivo, un claro ejemplo es que la metapoblación Pacífico Sur, que se encuentra a más de 500 km de distancia de la fuente conocida más cercana de algodón GM (norte del país donde éste se ha liberado algodón GM) expresa estas proteínas recombinantes.

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, esta liberación se pretende efectuar durante la temporada otoño-invierno 2012 que es la época destinada a la producción de algodón en el estado de Sinaloa, en este sentido, se presentaría sobrelapamiento en la floración entre el OGM y los cultivares de algodón no GM en caso de que estos últimos fueran sembrados, por lo que no existiría un aislamiento temporal entre ambos cultivos. El riesgo de flujo génico que se prevé con los cultivares de algodón no GM es alto, por ello, siempre que se libere debe existir una distancia mínima de aislamiento de 500 metros a partir del sitio de liberación.



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

## 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 maleza sea casual, como escapada de cultivo o como planta naturalizada, para ninguna de estas categorías se considera una amenaza; su ciclo de vida es relativamente largo ya que es de más de 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, sin embargo, dar seguimiento puntual a la utilización (desmedida inclusive) del glifosato en campo que ha conllevado ya a la aparición de resistencia de ciertas malezas al mismo. 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.

Si bien en México aún no se han reportado biotipos resistentes a estos herbicidas, de las 20 especies de malezas que presentan resistencia al glifosato 17 se presentan en México. De estas *Amaranthus palmeri*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Euphorbia heterophylla*, *Echinochloa colona*, *Eleusine indica* y *Sorghum halepense*, Villaseñor y espinosa (1998) las reportan en cultivos de algodón, además, presentan algún tipo de invasividad en ambientes en México, por lo que si en alguna de ellas se llegara a presentar algún biotipo resistente se 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. La solución por tanto más bien incluye una capacitación adecuada respecto al uso y manejo adecuado del glifosato como herbicida.

Respecto a la característica de resistencia a plagas, los genes insertados si pudieran contender contra plagas que están catalogadas como de importancia en el territorio mexicano. Es importante, sin embargo, asegurar que los niveles de resistencia presentados por las plagas blancocuando estas se encuentren presentes en los campos de cultivo sean controlados a través de las estrategias de manejo que propone el promotor, en este caso refugios. Adicionalmente es relevante también estudiar y dar seguimiento adecuado a los efectos a los organismos presentes en el agroecosistema pero que no son blanco de la tecnología introducida, las aportaciones de información hechas por el promotor hasta ahora son débiles en este aspecto que resulta de importancia.



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

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

En relación a los objetivos de la liberación de la presente solicitud experimental, indica lo siguiente:

*"...solicitamos atentamente el obtener la aprobación en ETAPA EXPERIMENTAL para el algodón Bollgard®II / Solución Faena Flex® (B2RF). Esto con el objetivo de comercializarlo en la región del estado de Sinaloa y cumplir con las expectativas de los agricultores de adquirir un producto biotecnológico que provea de protección en caso de presentarse aumentos en la incidencia de insectos lepidópteros y permita un mejor control de malezas mediante la aplicación de glifosato".*

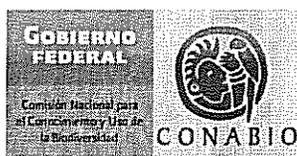
En relación al diseño experimental planteado (página 145) indica cuales son los protocolos que "se han utilizado durante las evaluaciones experimentales en las regiones algodoneras del norte de México", y anota los anexos que los contienen, los cuales, efectivamente se refieren a zonas en el norte del país y/o eventos pero que no corresponden al sitio (Sinaloa) y/o al evento solicitado.

El promovente tiene como objetivo comercializar el evento en esta región y no indica explícitamente qué experimentos se realizarán en el sitio de liberación. La Ley de bioseguridad de organismos genéticamente modificados (LBOGM) indica en su Artículo 3, fracción XVII define la liberación experimental como:

*"Liberación experimental: Es la introducción, intencional y permitida en el medio ambiente, de un organismo o combinación de organismos genéticamente modificados, siempre que hayan sido adoptadas medidas de contención, tales como barreras físicas o una combinación de éstas con barreras químicas o biológicas, para limitar su contacto con la población y el medio ambiente, exclusivamente para fines experimentales, en los términos y condiciones que contenga el permiso respectivo."*

En razón de lo anteriormente expuesto, esta Comisión Nacional considera que el promovente, no sólo no ha cumplido con aclarar los puntos relativos a los efectos al medio ambiente y la diversidad biológica en la zona, sino que además no plantea retomar este tipo de experimentos en la presente solicitud, por lo que sus objetivos no cumplen con los supuestos de una liberación experimental y del paso por paso en el marco de la LBOGM y parecen obedecer exclusivamente a un interés comercial de aumentar las áreas de liberación.

Cómo 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, y asistencia técnica a los agricultores; indica que sólo se permitirá el acceso a los predios donde se establezcan los estudios experimentales a personas acreditadas por Monsanto, sin embargo no consideran aislar los predios. Plantea monitorear



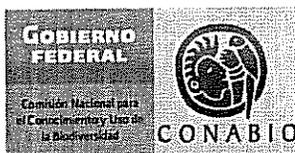
DIRECCIÓN TÉCNICA DE ANÁLISIS Y PRIORIDADES  
COORDINACIÓN DE ANÁLISIS DE RIESGO Y BIOSEGURIDAD

voluntarias y presenta medidas en caso de una liberación no deseada. Adicionalmente las medidas de bioseguridad descritas en el "*Protocolo de bioseguridad general*" es un documento de medidas genéricas para cualquier OGM.

El promovente describe con detalle las condiciones y medidas de bioseguridad que se tendrán durante el transporte y almacenamiento de la semilla, sin embargo no habla en la solicitud sobre las precauciones a tomar durante el transporte de la cosecha, la cual, biológicamente es una semilla y tiene la capacidad de dispersarse. Este punto en concreto tampoco es abordado en la guía técnica del uso de la tecnología. Este es un foco rojo ya que la semilla después de la cosecha es manejada de tal manera que se dispersa con facilidad, tanto durante su trayecto a las despepitadoras como luego de que la fibra se ha separado de la misma, al ser vendida por las despepitadoras para otros usos (como la de alimento para ganado) sin ningún control ni seguimiento posterior, en muchos casos seguramente incorporándose al suelo y germinando. Adicionalmente existen reportes de robos de algodón en el país; esta situación debilita aún más las pocas acciones emprendidas en relación a la bioseguridad después de la siembra del cultivo (Notimex, 2011; <http://www.2000agro.com.mx/agroindustria/implementan-en-mexicali-operativo-contra-compra-ilegal-de-algodon/> ).

**Es preocupante para CONABIO que existan indicios de que haya 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 de este cultivo de gran importancia económica a nivel mundial. Esto indica que las estrategias de bioseguridad, incluyendo el monitoreo, que se han puesto en marcha en los más de 15 años de liberaciones muy posiblemente no han sido las adecuadas porque las poblaciones silvestres ya se han visto afectadas.**

En efecto, en el caso de las poblaciones silvestres de *G. hirsutum*, recientemente se han identificado individuos en más de una metapoblación de algodón que expresan proteínas Cry1Ab y/o Cry1Ac y/o Cry2A 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;



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

**aunado a ello, la zona donde se pretende liberar es una de las regiones en donde se han identificado proteínas recombinantes en las poblaciones silvestres que ahí habitan.**

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

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, situación que ya ha ocurrido en otras partes del mundo, por ejemplo el caso de *Diabrotica virgifera* en maíz Bt en Estados Unidos (Gassmann *et al.*, 2011).

Es necesario dar un seguimiento puntual a la utilización (desmedida inclusive) del glifosato en campo que ha conllevado ya a la aparición de tolerancia 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. 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



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

sanidad animal y vegetal (Richard *et al.*, 2005; Huber, 2007; Paganelli *et al.*, 2010; Antoniou *et al.*, 2011).

### 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\\_recursoGeneticos\\_maices.pdf](http://www.biodiversidad.gob.mx/genes/pdf/proyecto/Elementos_recursoGeneticos_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 difusión de las acciones específicas que se requieren llevar a cabo cuando se manipula este tipo de organismos genéticamente modificados.
Nivel II	
<i>i) la existencia de un sistema de información de los recursos</i>	Para el caso de algodón, la CONABIO ha estado financiando estudios específicos para recopilar y



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

<p><i>genéticos actualizado sobre la especie en cuestión</i></p>	<p>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.</p>
<p><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></p>	<p>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.</p>
<p><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></p>	<p>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.</p>
<p><b>Nivel III</b></p>	
<p><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 maíces nativos y sus parientes silvestres);</i></p>	<p>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.</p>
<p><i>ii) medidas para la protección de las regiones que albergan a los centros de diversidad genética y</i></p>	<p>Estas aún no se han identificado.</p>
<p><i>iii) los promoventes y las autoridades</i></p>	<p>Esto aún no ocurre.</p>



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

<p><i>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></p>	
<p><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></p>	<p>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.</p>

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. La recomendación es que esto ocurra previo a que se sigan otorgando permisos de liberación al ambiente para algodón GM.

CONCLUSIÓN

Por todo lo anterior es que no se considera viable la liberación al ambiente en etapa experimental de *Gossypium hirsutum* L. genéticamente modificado MON-88913-8 x MON-15985-7 (Bollgard®II/Solución Faena Flex®), presentada por Monsanto Comercial S.A. de C.V., correspondiente a la solicitud 020/2012 durante el ciclo agrícola OI-2012 en la región del estado de Sinaloa.



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

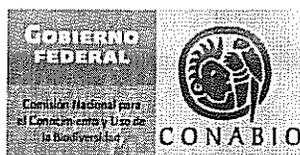
### INFORMACIÓN RELEVANTE USADA

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

- 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	—

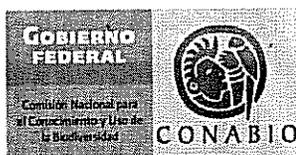


DIRECCIÓN TÉCNICA DE ANÁLISIS Y PRIORIDADES  
COORDINACIÓN DE ANÁLISIS DE RIESGO Y BIOSEGURIDAD

2. *G. hirsutum* no puede cruzarse con miembros silvestres de algodón diploide debido a la diferencia en el nivel de ploidía, solo 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 Hawái 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

<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.



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

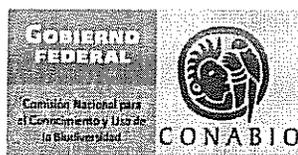
semilla por parte de los agricultores, aunque el porcentaje de flujo de más menos 1% es frecuente en distancias menores a 750 m. Ellos, de manera general concluyen que el cuidado en el manejo de la semilla por parte de los agricultores es más importante que la distancia que se genere para limitar el flujo de genes. En Estados Unidos y otros países la distancia de aislamiento requerida para semillas de fundación es de 400 m.

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 las metapoblaciones Pacífico Norte, Pacífico Sur, Golfo Norte y Golfo Sur (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 y 3).

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	2010	Chihuahua	64,543
		Baja California	19,630
		Coahuila	18,993
		Sonora	5,912
		Durango	5,573
		Tamaulipas	5,466

<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.



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

Tabla 3. Sitios de cultivo de algodón en Sinaloa de riego y temporal. Información consultada en el SIAP (SIAP, 2010).

Cultivo	Años	Municipios	Sup. Sembrada (Ha.) (Riego + Temporal)
Algodón	2003	No se reportó siembra	No se reportó siembra
	2004	Los Mochis, Guasave y Guamuchil	769
	2005	Los Mochis, Guasave y Guamuchil	1,136
	2006	Los Mochis y Guasave	518
	2007	No se reportó siembra	No se reportó siembra
	2008	No se reportó siembra	No se reportó siembra
	2009	No se reportó siembra	No se reportó siembra
	2010	No se reportó siembra	No se reportó siembra

11. Actualmente se han reportado 20 casos de resistencia a glifosato (glicinas) a nivel mundial (Weed Science, 2012). De este total de especies, 17 se distribuyen en México (Tabla 4).

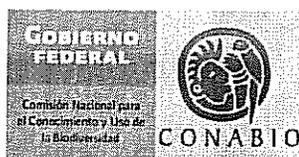
Tabla 4. Países donde han surgido los casos de resistencia a glifosato y la distribución de estas especies en México.

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	Baja California, Chiapas,



**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
	2004, Missouri 2004, Ohio 2006, Indiana 2007, Kansas 2007, Dakota del Norte 2007, Minnesota 2008)	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



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>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,



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
		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, 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>Euphorbia heterophylla</i> L.	Brasil (Rio Grande do Sul 2006)	Baja California Sur, Campeche, Chiapas, Chihuahua, 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>Kochia scoparia</i> (L.) Schrad.	Estados Unidos (Kansas, 2007)	Chihuahua, Coahuila, Distrito Federal, México, San Luis Potosí, Tamaulipas
<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,	NMX



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
	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	
<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 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



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
		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

12. De acuerdo con los registros del SNIB-CONABIO en el Estado de Sinaloa se cuenta con 509 registros de lepidópteros pertenecientes a 7 familias, 82 géneros y 118 especies (Tabla 5).

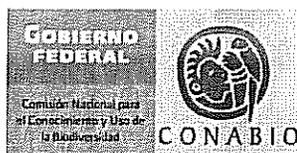
Tabla 5. Familias de Lepidópteros de los que se tienen registro en el Estado de Sinaloa.

Orden	Familia	Género	Especie	Registros /Familia
Lepidóptera	Arctiidae	11	20	51
	Lycaenidae	21	29	51
	Nymphalidae	23	36	92
	Papilionidae	3	3	7
	Pieridae	17	22	294
	Saturniidae	2	2	7
	Sphingidae	5	6	7
	Total	82	118	509

13. Dentro del sitio solicitado se encuentran las Áreas Naturales Protegidas "Islas del Golfo de California" y "Playa Ceuta".

14. Las regiones prioritarias que se encuentran dentro de este sitio son: las regiones marinas "Laguna Santa María La Reforma", "Laguna de Chiricahueto" y "Piactla-Urias", las regiones hidrológicas "Bahía de Ohuira-Ensenada del Pabellón", "Cuenca altas de los Ríos Culiacán y Humaya", "Cuenca alta del Río Fuerte" y "Cuenca alta del Río San Lorenzo-Minas de Piactla" y las regiones terrestres "Las Bocas", "Marismas Topolobampo-Caimanero", "Río Humaya" y "San José".

15. Dentro del sitio solicitado se encuentran cinco ecorregiones nivel 4 (INEGI, CONABIO e INE, 2008): "Planicies aluviales de los Ríos Yaqui, Mayo y Fuerte con matorral y mezquital xerófilos", "Lomeríos con matorral xerófilo y selva baja caducifolia de Sinaloa y Sonora", "Planicie Costera Sinaloense con selva baja espinosa", "Lomeríos de la planicie de Sinaloa con selva baja caducifolia" y "Humedales de Sinaloa".



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

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 2011. Disponible en <http://es.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. "Aguas continentales y diversidad biológica de México". Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.

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.



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. Ellers-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>

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& xs l=/db/metadatos/xsl/fgdc.html.xsl& indent=no>

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.bee-culture.com/content/pollination\\_handbook/](http://www.bee-culture.com/content/pollination_handbook/)

Monsanto Comercial S.A. de C.V. 2012. Solicitud de permiso de liberación al ambiente de algodón genéticamente modificado Bollgard®II / Solución Faena Flex® (MON-15985-7 x MON-88913-8) en etapa experimental en la región agrícola del estado de Sinaloa durante el ciclo agrícola OI-2012.

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.



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

<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.

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.

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.



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

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., 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.