



**Solicitud de liberación en etapa experimental de maíz con la tecnología  
BT11 x MIR162 x TC1507 x GA21  
(SYN-BTØ11-1 x SYN-IR162-4 x DAS-Ø15Ø7-1 x MON-ØØØ21-9) en la región  
agrícola del Estado de Sinaloa durante el ciclo agrícola OI 2016-2017**

Presentada ante el:

**SENASICA – SAGARPA**

por:

**Syngenta Agro S.A. de C.V.**

Requisitos de información de acuerdo a la Ley de Bioseguridad de Organismos  
Genéticamente Modificados y su Reglamento vigente

## Información general

**Esta información es propiedad de Syngenta Agro S.A. de C.V y de Syngenta Seeds, Inc. – Field Crops – y como tal deberá ser considerada como confidencial para otros propósitos que no sean el cumplimiento de los requisitos para la solicitud de permiso de liberación experimental de acuerdo a la Ley de Bioseguridad y su Reglamento vigente.**

### I. Atenta nota para la Dirección General De Sanidad Vegetal (DGSV)

Que con fundamento en los artículos 42 fracción III y 60, 61 y 62 de la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados (LBOGM), la Dirección General de Sanidad Vegetal requiere de cierta especificidad en la información aquí presentada sustentada en los preceptos expuestos en la Norma Internacional para Medidas Fitosanitarias (NIMF) No. 11.- *Análisis de riesgo de plagas cuarentenarias, incluido el análisis de riesgos ambientales y organismos vivos modificados*, y en seguimiento al acuerdo alcanzado entre la DGSV y AgroBIO:

*Acuerdo 1.- Las solicitudes de permisos de liberación al ambiente en etapa experimental de organismos genéticamente modificados, incluyendo algodón, deberán contener un anexo en el cual se dé respuesta a los estudios de los posibles riesgos a la sanidad vegetal que puedan ocasionar su liberación al ambiente, para lo cual debe tomar como referencia la fase 1 y el anexo 3 de la NIMF No. 11 y desarrollar los postulados que ahí se indican, en donde se deba incluir los extractos de la información y los razonamientos que permitieron concluir sobre el nivel de riesgo que representa la liberación del OGM.*

Por lo anterior, nos dimos a la tarea de indicar dentro del cuerpo de esta solicitud los puntos de interés para que la Dirección antes referida pueda realizar su Análisis de Riesgos con base en la etapa 1 y el anexo 3 de la NIMF No.11.; adicionalmente se está entregando dentro de la versión electrónica de esta solicitud, el “Estudio de los Posibles Riesgos que la Liberación Experimental de Organismos Genéticamente Modificados pudieran causar a la Sanidad Vegetal”, tomando como base el Anexo 1 de la Guía Modelo para la Solicitud de Permiso de Liberación Experimental de Maíz Genéticamente Modificado publicada en la página de Internet de SENASICA.

No obstante lo anterior, quisiéramos decir que para que el maíz con la tecnología BT11 x MIR162 x TC1507 x GA21 pudiera ser considerado como plaga, éste tendría que ser dañino o potencialmente dañino, de forma directa o indirecta, a las plantas o sus productos conforme a las condiciones en el área de Análisis de Riesgos de Plagas; situación que no ocurre para el caso del maíz con la tecnología BT11 x MIR162 x TC1507 x GA21, tal y como se demuestra a lo largo de la presente solicitud.

Los estudios aquí referidos han permitido concluir que el híbrido de maíz con la tecnología BT11 x MIR162 x TC1507 x GA21 no ve afectadas sus características de supervivencia, multiplicación o diseminación excepto en presencia de glifosato y glufosinato amonio.

Por consiguiente, **la probabilidad de que ocurran efectos medioambientales no deseados, incluyendo efectos directos o indirectos hacia plantas o sus productos, debido al cultivo de maíz con la tecnología BT11 x MIR162 x TC1507 x GA21 no difiere de la del cultivo del maíz convencional.**

Con base a los datos disponibles, se prevé que la probabilidad de los efectos adversos sobre organismos no blanco o sobre la funcionalidad del suelo sea muy baja o casi nula. Aún con la presencia del gen *mepsps*, que le permite a la planta de maíz tolerar la aplicación de glifosato, no es probable que se provoque un efecto sobre la diversidad botánica adicional al que se genera con la aplicación de herbicidas, práctica común de manejo de malezas en México.

Por tanto, **no se han identificado riesgos significativos en los análisis de riesgos medioambientales, incluidos los riesgos a la sanidad animal, vegetal y acuícola**, a excepción de la resistencia de los insectos objetivo, cuya vigilancia se atribuye al plan de seguimiento específico. El diseño de los ensayos de campo a pequeña escala, las medidas de seguridad adoptadas y el hecho de que el híbrido de maíz tiene una combinación de tecnologías insecticidas con diferentes modos de acción, garantizan la reducción al mínimo de esta posibilidad.

**Indice de contenido**

<b>Información general .....</b>	<b>2</b>
I. Atenta nota para la Dirección General De Sanidad Vegetal (DGSV).....	2
Lista de tablas .....	10
Lista de figuras .....	11
Introducción.....	12
<b>Artículo 5 del RLBOGM: requisitos de información .....</b>	<b>13</b>
I. Modalidad de la liberación solicitada y las razones que dan motivo .....	13
II. Órgano de la Secretaría competente, al que se dirige la solicitud. ....	16
III. Lugar y fecha. ....	16
<b>Artículo 16 del RLBOGM .....</b>	<b>17</b>
I. Caracterización del OGM .....	17
1.1 Identificador único del evento de transformación, de organismos internacionales de los que México sea parte, cuando exista .....	17
1.2 Especies relacionadas con el OGM y distribución de éstas en México .....	17
1.3 País y localidad donde el OGM fue colectado, desarrollado o producido .....	20
1.4 Secuencia génica detallada del evento de transformación, incluyendo tamaño del fragmento insertado, sitio de inserción de la construcción genética, incluyendo las secuencias de los oligonucleótidos que permitan la amplificación del sitio de inserción....	20
1.4.1 Híbrido de maíz con la tecnología BT11 x MIR162 x TC1507 x GA21 .....	20
1.5 Patogenicidad o virulencia de los organismos donadores y receptores.....	21
1.5.1 Evento parental BT11.....	21
1.5.1.1 <i>Bacillus thuringiensis serovar kurstaki</i> .....	21
1.5.1.2 <i>Streptomyces viridochromogenes (Krainsky 1914) Waksman and Henrici 1948</i> .....	22
1.5.1.3 <i>Virus del mosaico de la Coliflor CaMV35S</i> .....	23
1.5.1.4 <i>Agrobacterium tumefaciens Smith &amp; Townsend, 1907</i> .....	23
1.5.2 Evento parental MIR162 .....	23
1.5.2.1 <i>Bacillus thuringiensis serovar kurstaki</i> .....	23
1.5.2.2 <i>Escherichia coli</i> .....	24

1.5.2.3 Virus del mosaico de la Coliflor CaMV35S.....	24
1.5.2.4 Agrobacterium tumefaciens Smith & Townsend, 1907 .....	24
1.5.3 Evento parental TC1507.....	25
1.5.3.1 Bacillus thuringiensis var aizawai .....	25
1.5.3.2 Streptomyces viridochromogenes.....	25
1.5.3.3 Agrobacterium tumefaciens Smith & Townsend, 1907 .....	26
1.5.4 Evento parental GA21.....	26
1.5.4.1 Zea mays ssp. mays L .....	26
1.5.4.2 Agrobacterium tumefaciens Smith & Townsend, 1907 .....	27

II. Identificación de la zona o zonas donde se pretenda liberar el OGM.....	28
---	----

2.1 Superficie total del polígono o polígonos donde se realizará la liberación .....	28
2.2 Descripción de los polígonos donde se realizará la liberación y de las zonas vecinas a éstos según las características de diseminación del OGM de que se trate .....	28
2.2.1 Listado de las especies que tengan interacción en el área de liberación y en zonas vecinas a estos .....	29
2.2.1.1 Artrópodos.....	29
2.2.1.2 Vertebrados .....	29
2.2.1.3 Maleza.....	30
2.2.2 Descripción geográfica.....	30
2.2.2.1 Ecorregiones terrestres del área de liberación.....	30
2.2.2.2 Geografía del área de liberación / del Estado de Sinaloa .....	31
2.2.2.2.1 Ahome.....	31
2.2.2.2.2 El Fuerte.....	31
2.2.2.2.3 Sinaloa.....	32
2.2.2.2.4 Guasave .....	32
2.2.2.2.5 Salvador Alvarado .....	32
2.2.2.2.6 Angostura.....	32
2.2.2.2.7 Mocorito .....	33
2.2.2.2.8 Navolato.....	33
2.2.2.2.9 Culiacán.....	34
2.2.3 Tipos de suelo.....	34
2.2.3.1 Por funcionalidad.....	34

2.2.3.2 Por características físicas .....	35
2.2.3.3 Tipo de suelos en municipios de Sinaloa .....	35
2.2.3.3.1 Ahome .....	35
2.2.3.3.2 El Fuerte .....	35
2.2.3.3.3 Sinaloa .....	35
2.2.3.3.4 Guasave .....	36
2.2.3.3.5 Salvador Alvarado .....	36
2.2.3.3.6 Angostura .....	36
2.2.3.3.7 Mocorito .....	36
2.2.3.3.8 Navolato .....	36
2.2.3.3.9 Culiacán .....	36
2.2.4 Características meteorológicas.....	37
2.2.4.1 Clima del Estado de Sinaloa .....	37
2.2.4.2 Clima municipal.....	38
2.2.4.2.1 Ahome .....	38
2.2.4.2.2 El Fuerte.....	38
2.2.4.2.3 Sinaloa .....	38
2.2.4.2.4 Guasave .....	39
2.2.4.2.5 Salvador Alvarado .....	40
2.2.4.2.6 Angostura .....	40
2.2.4.2.7 Mocorito .....	40
2.2.4.2.8 Navolato .....	40
2.2.4.2.9 Culiacán .....	40
2.2.5 Hidrografía.....	41
2.2.5.1 Ahome.....	41
2.2.5.2 El Fuerte .....	42
2.2.5.3 Sinaloa.....	42
2.2.5.4 Guasave .....	42
2.2.5.5 Salvador Alvarado .....	43
2.2.5.6 Angostura.....	43
2.2.5.7 Mocorito .....	43
2.2.5.9 Navolato.....	43
2.2.5.10 Culiacán.....	44
2.2.6 Distritos de Riego .....	44

2.2.7 Producción agrícola de la región.....	45
2.2.7.1 Estadísticas de producción del cultivo de maíz convencional a escala municipal. ....	46
2.2.3 Plano de ubicación señalando las principales vías de comunicación .....	46
2.2.3.1 Ahome .....	47
2.2.3.2 El Fuerte .....	47
2.2.3.3 Sinaloa.....	47
2.2.3.4 Guasave.....	47
2.2.3.5 Salvador Alvarado .....	48
2.2.3.6 Angostura.....	48
2.2.3.7 Mocorito.....	49
2.2.3.8 Navolato.....	49
2.2.3.9 Culiacán.....	49

III. Estudio de los Posibles Riesgos que la Liberación de los OGMs Pudiera Generar al Medio Ambiente y a la Diversidad Biológica a los que se refiere el artículo 42, fracción III, de la Ley ... 50

3.1 Estabilidad de la modificación genética del OGM.....	51
3.2 Expresión del gen introducido, incluyendo niveles de expresión de la proteína en diversos tejidos, así como los resultados que lo demuestren. ....	51
3.3 Características del fenotipo del OGM .....	51
3.3.1 Eficacia biológica (bioeficacia) de las proteínas provenientes de los eventos parentales en el híbrido de maíz con combinación de genes .....	52
3.3.1.1 Protección contra el gusano cogollero: <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	52
3.3.1.1.1 Resultados y conclusiones .....	52
3.3.1.2 Protección contra el gusano barrenador europeo: <i>Ostrinia nubilalis</i> .....	52
3.3.1.2.1 Resultados y conclusiones .....	53
3.4 Identificación de cualquier característica física y fenotípica nueva relacionada con el OGM que pueda tener efectos adversos sobre la diversidad biológica y en el medio ambiente receptor del OGM .....	53
3.4.1 Probabilidad de que el OGM se convierta en más persistente que el receptor o las plantas parentales en los hábitat agrícolas o más invasoras en los hábitats naturales....	53
3.4.2 Cualquier ventaja o desventaja que haya adquirido el OGM.....	54
3.5. Declaración sobre la existencia de efectos sobre la diversidad biológica y al medio ambiente que se puedan derivar de la liberación del OGM .....	55

3.5.1 Resultados y conclusiones de la ERA del evento Bt11 x MIR162 x TC1507 x GA21.....	55
3.6 Otras evidencias que dan soporte a la ERA del evento Bt11 x MIR162 x TC1507 x GA21 .....	56
3.6.1 Efectos del glifosato a la vida silvestre .....	56
3.6.2 Toxicidad del glufosinato .....	57
3.6.3 Transferencia planta-microorganismo.....	57
3.6.3.1 Persistencia en el suelo del glifosato .....	57
3.6.3. 2 Persistencia en el suelo del glufosinato .....	58
3.6.4 Efectos en agua .....	59
3.6.4.1 Persistencia del glifosato en agua.....	59
3.6.4.2 Persistencia del glufosinato en agua .....	59
3.7 Descripción de uno o más métodos de identificación del evento específico del OGM, incluyendo niveles de sensibilidad y reproducibilidad, con la manifestación expresa del promovente de que los métodos de identificación son los reconocidos por el desarrollador del OGM para la detección del mismo OGM.....	59
3.7.1 Métodos de detección y cuantificación del evento.....	59
3.7.2 Material de referencia del evento .....	60
3.7.3 Métodos comerciales de detección.....	60
<b>IV. Medidas y procedimientos de monitoreo de la actividad y de bioseguridad a llevar a cabo. 61</b>	
4.1 Medidas y procedimientos de monitoreo de la actividad.....	61
4.1.1 Plan de monitoreo detallado .....	62
4.1.2 Estrategias de monitoreo posteriores a la liberación del OGM, con el fin de detectar cualquier interacción entre el OGM y especies presentes relevantes, directa o indirectamente, en la zona o zonas donde se pretenda realizar la liberación, cuando existan.....	63
4.1.3 Estrategias para la detección del OGM y su presencia posterior en la zona o zonas donde se pretenda realizar la liberación y zonas vecinas, una vez concluida la liberación. ....	63
4.2 Medidas y procedimientos de bioseguridad .....	64
4.2.1 Medidas y procedimientos para prevenir la liberación y dispersión del OGM fuera de la zona o zonas donde se pretende realizar la liberación.....	64
4.2.1.1 Medidas de manejo de la semilla al momento de la siembra y los potenciales remanentes .....	65

4.2.1.2 Medidas de manejo en el momento de la cosecha y medidas de manejo de todos los productos de la cosecha.....	65
4.2.2 Medidas y procedimientos para disminuir el acceso de organismos vectores de dispersión, o de personas que no se encuentren autorizadas para ingresar al área de liberación a dicha zona o zonas. ....	66
4.2.3 Medidas para la erradicación del OGM en zonas distintas a las permitidas.....	66
4.2.4 Medidas para la protección de la salud humana y del ambiente, en caso de que ocurriera un evento de liberación no deseado.....	66
4.2.5 Métodos de limpieza o disposición final de los residuos de la liberación.....	67
<hr/>	
V. Antecedentes de liberación del OGM en otros países, cuando esto se haya realizado, debiendo anexar la información pertinente cuando ésta se encuentre al alcance del promovente. ....	67
<hr/>	
5.1 Descripción de la zona en donde se realizó la liberación.....	70
5.1.1 Listado de estudios publicados en referencia al maíz Bt11 x MIR162 x TC1507 x GA21.....	73
5.2 En caso de importación copia legalizada o apostillada de las autorizaciones o documentación oficial que acredite que el OGM está permitido conforme a la legislación del país de origen, al menos para su liberación experimental, traducida al español. La Secretaría competente, de considerarlo necesario, podrá requerir copia simple de la legislación aplicable vigente en el país de exportación traducida al español.....	76
5.2.1 Evento parental Bt11 .....	76
5.2.2 Evento parental MIR162 .....	77
5.2.3 Evento parental TC1507.....	77
5.2.4 Evento parental GA21.....	78
<hr/>	
X. Referencias bibliográficas .....	79

**Lista de tablas**

Tabla 1. Transgenes de los eventos simples que dieron origen al evento apilado Bt11 x MIR162 x TC1507 x GA21..... 13

Tabla 2. Ubicación y características del área en donde se pretende realizar la liberación en programa experimental en el Estado de Sinaloa..... 28

Tabla 3. Tipos de clima y su distribución en el municipio de Sinaloa, Sinaloa. .... 39

Tabla 4. Tipos de clima y su distribución en el municipio de Guasave, Sinaloa. .... 39

Tabla 5. Datos meteorológicos en el municipio de Culiacán, Sinaloa. .... 41

Tabla 6. Corrientes superficiales en el municipio de Sinaloa. .... 42

Tabla 7. Superficie total en Distritos de Riego en el estado de Sinaloa (años: 1995, 2000 y 2005) . .... 44

Tabla 8. Principales cultivos en el Estado de Sinaloa..... 45

Tabla 9. Producción de maíz en zonas de riego en el estado de Sinaloa. .... 46

Tabla 10. Métodos comerciales de detección para algunos genes del evento Bt11 x MIR162 x TC1507 x GA21..... 60

Tabla 11. Historial de aprobaciones a nivel mundial de maíz Bt11..... 67

Tabla 12. Historial de aprobaciones a nivel mundial de maíz MIR162..... 68

Tabla 13. Historial de aprobaciones a nivel mundial de maíz TC1507. .... 68

Tabla 14. Historial de aprobaciones a nivel mundial de maíz GA21..... 69

Tabla 15. Historial de aprobaciones a nivel mundial de maíz BT11 x MIR162 x TC1507 x GA21.69

Tabla 16. Estados de la Unión Americana en los que se liberó maíz Bt11, previo a la desregulación..... 70

Tabla 17. Estados de la Unión Americana en los que se liberó maíz MIR162, previo a la desregulación..... 71

Tabla 18. Estados de la Unión Americana en los que se liberó maíz TC1507, previo a la desregulación..... 72

Tabla 19. Estados de la Unión Americana en los que se liberó maíz GA21, previo a la desregulación..... 73

**Lista de figuras**

Figura 1. Esquema de acción de las proteínas Bt. .... 22

## Introducción

La permanente necesidad de disponer de satisfactores que atiendan las demandas humanas de alimento, vestido y obtención de materias primas para la elaboración de diversos productos, ha sido la causa de que, desde el surgimiento de la agricultura, las plantas de interés para el hombre hayan sido cultivadas, seleccionadas y consecuentemente mejoradas en características tales como mayor rendimiento, calidad nutricional, facilidad de cultivo, resistencia a los agentes bióticos o abióticos que las afectan y tolerancia a herbicidas como el glifosato para el control de malezas.

Al igual que el fito-mejoramiento tradicional, la biotecnología se ha enfocado principalmente a la búsqueda de incrementos en la producción y protección de cultivos agrícolas contra plagas y enfermedades. Sin embargo, los rápidos adelantos de las técnicas de biología molecular han ampliado los horizontes y en el futuro próximo la industria, el ambiente y la salud humana y animal, también se verán beneficiados por la aplicación de estas novedosas técnicas. Con ellas se intenta no sólo obtener variedades vegetales tolerantes a plagas, enfermedades y condiciones ambientales adversas que permitan mejorar los rendimientos, sino también plantas capaces de producir insumos de alto valor económico y ambiental. La lista de productos susceptible de obtenerse en plantas transgénicas incluye enzimas, alimentos con alto valor nutritivo, productos farmacéuticos, vacunas y plásticos biodegradables (Herrera-Estrella y Martínez 2007).

Tradicionalmente, se ha recurrido al uso de prácticas de control de especies de insectos plaga y malezas a través de controles químicos o mecánicos con el potencial riesgo para los trabajadores del campo, al cultivo y al ambiente. Por ello, los agricultores y productores han aceptado con entusiasmo las nuevas variedades de cultivos derivados de la biotecnología del rADN, las cuales exhiben resistencia aumentada a especies de insectos plaga (por ejemplo: maíz, canola, algodón y papa con genes de *Bacillus thuringiensis* (Bt) para que produzcan proteínas insecticidas); tolerancia a herbicidas más benignos para el medio ambiente (tales como, maíz, algodón, soya con genes para tolerar la aplicación de glifosato); y resistencia a virus (por ejemplo: calabaza, pepinos, papaya), disminuyéndose los residuos de plaguicidas y la simplificación de las prácticas agrícolas.

En general, los agricultores que usan las nuevas variedades han tenido ahorros significativos en el costo de producción, y han incrementado el rendimiento<sup>1</sup>. Estos ahorros ocurrieron a pesar del incremento en el costo de las semillas y de los "aranceles tecnológicos" que fueron agregados por los semilleros para recuperar los gastos de investigación y desarrollo.

---

<sup>1</sup> United States Department of Agriculture. 2011. Adoption of Genetically Engineered Crops in the U.S. <http://www.ers.usda.gov/data-products/adoption-of-genetically-engineered-crops-in-the-us.aspx>

## Artículo 5 del RLBOGM: requisitos de información

### I. Modalidad de la liberación solicitada y las razones que dan motivo

*(En concordancia con la etapa 1 del Análisis de riesgo de plagas (ARP) para plagas cuarentenarias, incluido el análisis de riesgos ambientales y organismos vivos modificados NIMF. 11; apartado, 1.3 INFORMACIÓN para los OVM. La información aquí presentada es la necesaria para que la DGSV realice el análisis de riesgos conforme a la NIMF. 11)*

La presente solicitud de permiso de liberación se plantea en **fase experimental** de acuerdo a los artículos 3 fracción XVII, 32 fracción I, 42 y 43 de la LBOGM, y a los artículos 5, 6, 7, 16 del Reglamento de la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados cuyo único fin será recopilar información derivada del experimento.

Se solicita la liberación experimental al ambiente de maíz genéticamente modificado con la tecnología Bt11 x MIR162 x TC1507 x GA21 (SYN-BTØ11-1 x SYN-IR162-4 x DAS-Ø15Ø7-1 x MON-ØØØ21-9) bajo la responsabilidad jurídica de Syngenta Agro S.A. de C.V. en el Estado de Sinaloa durante el ciclo agrícola Otoño-Invierno 2016-2017. Dicha liberación inicia con la temporada de siembra en noviembre-diciembre 2016 y finaliza con la cosecha del cultivo prevista para mayo-junio 2017.

Esta solicitud se presenta a la autoridad competente con el propósito de analizar los efectos de la tecnología Bt11 x MIR162 x TC1507 x GA21 en el manejo integrado de ciertas plagas de insectos lepidópteros y malezas asociadas al cultivo de maíz en Sinaloa, a través de parcelas experimentales en condiciones que permitan obtener datos específicos para México.

Las plantas de maíz con la tecnología BT11 x MIR162 x TC1507 x GA21 expresan seis proteínas (ver Tabla 1). Tres de ellas tienen efecto insecticida (Cry1Ab, Vip3A20, Cry1F), dos tienen tolerancia a herbicidas (PAT –también empleada como marcador de selección- y mEPSPS) y una más ha sido utilizada como marcador de selección (PMI).

**Tabla 1. Transgenes de los eventos simples que dieron origen al evento apilado Bt11 x MIR162 x TC1507 x GA21.**

Evento de maíz GM	Elementos genéticos	Organismo Donador	Descripción
Bt11	<i>cry1Ab</i>	<i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>kurstaki</i> HD-1	<b>Proteína insecticida</b> que confiere resistencia a ciertos lepidópteros plaga del maíz como <i>Ostrinia nubilalis</i> (gusano barrenador europeo del maíz).
	<i>pat</i>	<i>Streptomyces viridochromogenes</i>	Confiere tolerancia al herbicida a base de glufosinato de amonio.

Evento de maíz GM	Elementos genéticos	Organismo Donador	Descripción
MIR162	<i>vip3Aa20</i>	<i>Bacillus thuringiensis</i> Cepa AB88	<b>Proteína insecticida</b> que confiere resistencia a ciertas plagas de lepidópteros plaga del cultivo de maíz como <i>Helicoverpa zea</i> (gusano elotero) y <i>Spodoptera frugiperda</i> (cogollero del maíz).
	<i>pmi</i>	<i>Escherichia coli</i>	Gen marcador de selección.
TC1507	<i>cry1F</i>	<i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>aizawai</i> Cepa PS 811	<b>Proteína insecticida</b> que confiere resistencia a ciertos lepidópteros plaga del cultivo de maíz como <i>Ostrinia nubilalis</i> (gusano barrenador europeo del maíz).
	<i>pat</i>	<i>Streptomyces viridochromogenes</i>	Confiere tolerancia al herbicida a base de glufosinato de amonio. Marcador de selección.
GA21	<i>mepsps</i>	<i>Zea mays</i>	Confiere tolerancia a la aplicación de herbicidas a base de glifosato.

Por consiguiente, el evento apilado de maíz Bt11 × MIR162 × TC1507 × GA21 contiene todos los transgenes de los eventos que lo componen y produce las proteínas: Cry1Ab, Vip3A20, Cry1F, mEPSPS, PAT y PMI.

Los objetivos que se desean alcanzar con la liberación experimental solicitada son:

- Aquellos que pretenden responder sobre los a) **posibles riesgos a la diversidad biológica y al medio ambiente:**
  - a) Establecer las bases para un programa de Manejo Integral de Plagas y Malezas para la tecnología Bt11 x MIR162 x TC1507 x GA21 en maíz.
  - b) De acuerdo a los análisis de riesgo y a los resultados de la liberación en fase experimental, verificar que las medidas de bioseguridad establecidas sean pertinentes para liberaciones en fase experimental, e identificar las medidas que pudiesen ser aplicables en fase piloto.
- Aquellos que tienen que ver con **b) efectividad de la tecnología:**

El objetivo principal del estudio es evaluar la efectividad biológica del maíz con la tecnología Bt11 x MIR162 x TC1507 x GA21 que incorpora la característica de resistencia a ciertas especies de insectos lepidópteros plaga del cultivo y tolerancia a

los herbicidas glifosato y glufosinato de amonio, bajo las condiciones de campo de la zona agrícola de Sinaloa durante el ciclo OI 2016-2017.

Los objetivos secundarios que refieren a la tolerancia a herbicidas son: a) evaluar la respuesta de las malezas y el cultivo GM a la aplicación del herbicida, comparado con su contraparte convencional; y b) evaluar la dinámica de las poblaciones de malezas que incluya la descripción de las especies presentes, antes, durante y después de la aplicación del herbicida y previo a la cosecha. Un tercer objetivo secundario, referente a la resistencia a ciertos insectos plaga, es c) evaluar la efectividad biológica del maíz GM con respecto al ataque de insectos plaga objetivo, comparado con su contraparte convencional.

- **c) Evaluación de la equivalencia agronómica:**

El objetivo principal del estudio es evaluar que el o los atributos biotecnológicos conferidos no modifican otras características fenotípicas y agronómicas del maíz GM respecto a su control convencional (capacidad de adaptación, dispersión, desarrollo fenológico, latencia, germinación etc.)

Los objetivos secundarios del estudio son: a) evaluar la adaptabilidad del maíz GM a los ambientes de producción de maíz en la zona agrícola de Sinaloa durante el ciclo OI 2016-2017.; y b) evaluar la susceptibilidad del maíz GM a plagas no blanco (primarias y secundarias), enfermedades del cultivo (factores bióticos) y a factores abióticos comparado con el maíz convencional (sequía, helada, granizadas, vientos, nutrición).

- **d) Evaluación de riesgos potenciales sobre las interacciones ecológicas**

El objetivo principal es evaluar el riesgo potencial sobre las interacciones ecológicas del maíz con la tecnología Bt11 x MIR162 x TC1507 x GA21 que incorpora la característica de resistencia a ciertas especies de lepidópteros plaga del cultivo y tolerancia a los herbicidas glifosato y glufosinato de amonio, bajo las condiciones de campo de la zona agrícola de Sinaloa durante el ciclo OI 2016-2017.

Los objetivos secundarios del estudio son: a) generar información sobre la presencia y abundancia de los organismos no blanco presentes en el sitio de liberación; b) monitorear y evaluar el efecto de la tecnología Agrisure 3220<sup>TM</sup> sobre la población de artrópodos presentes en la parcela experimental; y c) comparar a partir de fuentes de información oficial la presencia y abundancia de plantas presentes en el sitio de liberación.

- **e) Evaluación de otros riesgos: evaluación de flujo génico en maíz**

El objetivo principal del estudio es estimar la tasa de entrecruzamiento (frecuencia por distancia) del maíz, incluyendo los datos de condiciones del medio ambiente (velocidad y dirección del viento).

El objetivo secundario es determinar el distanciamiento óptimo donde el flujo de polen de dos poblaciones de maíz cercanas dejan de intercambiar genes cuando coinciden en sus floraciones.

- **f) Reporte de insumos asociados a la producción de maíz**

Para cumplir con los objetivos planteados en la presente solicitud, es necesario importar **21.6 kg de semilla de maíz** con la tecnología Bt11 x MIR162 x TC1507 x GA21 de acuerdo a los cálculos establecidos con base a los protocolos experimentales

## **II. Órgano de la Secretaría competente, al que se dirige la solicitud.**

De acuerdo al artículo 12 fracción I de la LBOGM la autoridad competente responsable de la emisión del permiso solicitado es la SAGARPA, quién ante el Registro Federal de Trámites de la Comisión Federal de la Mejora Regulatoria<sup>2</sup> registró como responsable del trámite a:

Dirección General de Inocuidad Agroalimentaria, Acuícola y Pesquera del  
Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria  
Blvd. Adolfo Ruiz Cortines No. 5010-PB  
Col. Insurgentes Cuicuilco, CP 04530  
Delegación Coyoacán, México, DF

## **III. Lugar y fecha.**

México, D.F., 4 de Abril de 2016

---

<sup>2</sup> COFEMER. 2012. <http://www.cofemer.gob.mx/>

## Artículo 16 del RLBOGM

### I. Caracterización del OGM

#### 1.1 Identificador único del evento de transformación, de organismos internacionales de los que México sea parte, cuando exista

Siguiendo la metodología aprobada por el grupo de armonización de la regulación de la biotecnología de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD)<sup>3</sup>, cuya nomenclatura estándar ha sido avalada por la Primera Reunión de las Partes que actúa como Conferencia de las Partes (COP-MOP1) en el Protocolo de Cartagena en Kuala Lumpur en 2004<sup>4</sup>; el identificador único para el maíz con la tecnología Bt11 x MIR162 x TC1507 x GA21 es:

**SYN-BTØ11-1 x SYN-IR162-4 x DAS-Ø15Ø7-1 x MON-ØØØ21-9**

El identificador único para el maíz Bt11 x MIR162 x TC1507 x GA21 puede ser consultado y revisado en las bases de datos: BioTrack Product Database<sup>5</sup> y en el Centro de Intercambio de Información sobre Seguridad de la Biotecnología<sup>6</sup>.

#### 1.2 Especies relacionadas con el OGM y distribución de éstas en México

El maíz pertenece al género *Zea* y se reconocen diferentes especies y subespecies del mismo género (Trópicos, 2009) agrupadas en dos secciones, la sección *Zea* y la sección *Luxuriantes*.

La sección *Zea*, que se circunscribe a una sola especie (*Z. mays*), dividida en cuatro subespecies: el maíz (*Z. mays ssp. mays*) y los teocintles anuales (*Z. mays ssp. mexicana*, *Z. mays ssp. parviglumis* y *Z. mays ssp. huehuetenanguensis*)

Literalmente, miles de productos alimentarios, para pienso e industriales dependen de ingredientes basados en el maíz. El maíz y los productos procesados del maíz no plantean un riesgo para la salud humana, para los animales domésticos o para las especies salvajes. El maíz es uno de los cereales alimenticios más importantes producidos en el mundo, y es el tercer cultivo más grande a escala global después del arroz y el trigo<sup>7</sup>. La producción global de maíz se estima en 700 millones de toneladas; de las cuales 65% se utilizan para pienso, 15 % para alimento y el resto se destina a diversos fines industriales (FAO, 2006). Los seis países

<sup>3</sup> Documento consenso sobre los lineamientos para la designación de identificadores únicos para plantas transgénicas.

[http://appli1.oecd.org/olis/2002doc.nsf/43bb6130e5e86e5fc12569fa005d004c/fd7dd780ba22d433c125721f00598ce1/\\$file/jt03217233.pdf](http://appli1.oecd.org/olis/2002doc.nsf/43bb6130e5e86e5fc12569fa005d004c/fd7dd780ba22d433c125721f00598ce1/$file/jt03217233.pdf). Ver páginas 10-14.

<sup>4</sup> First meeting of the Conference of the Parties serving as the Meeting of the Parties to the Cartagena Protocol on Biosafety (COP-MOP 1). 2004. <http://www.cbd.int/doc/?mtg=MOP-01>.

<sup>5</sup> OECD. BioTrack Product Database. <http://www2.oecd.org/biotech/>

<sup>6</sup> Centro de Intercambio de Información sobre Seguridad de la Biotecnología: <http://bch.cbd.int/database/record.shtml?documentid=14797>.

<sup>7</sup> FAO. Maize: International Market Profile. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

<http://www.fao.org/docrep/006/y4343e/y4343e02.htm>

productores de maíz más importantes son: Estados Unidos (37,5% de la producción mundial), China Continental (21,6%), Brasil (6,4%), México (3,3%), Francia (2,5%) y Argentina (2,2%).

La producción de maíz en México se estimó en 22 millones de toneladas en el año 2006, de las cuales aproximadamente 6 fueron destinadas a la importación. Lo anterior ha generado que México sea el país responsable de más de la mitad de las importaciones centroamericanas (Centroamérica se ubica en tercera posición entre las regiones con mayor importación) (FAO, 2006).

Históricamente, el grano de maíz se utilizó por los pueblos indígenas del Hemisferio Occidental. Los alimentos tradicionales incluyen el atole, las tortillas y la masa (una gran diversidad de platillos derivados) de América Latina, la arepa de Colombia y la sémola de maíz del Sudeste de Estados Unidos. En el siglo XIX, la harina de maíz molido completa fue proporcionada por pequeños molinos dispersos a través de todo el país. La urbanización llevó al desarrollo de sistemas de molienda que proporcionaban una harina de bajo contenido en grasas con una vida prolongada en almacén. Hoy en día, la mayor parte de los productos de harina de maíz se obtienen por el sector de la molienda en seco, que genera también productos alimentarios e industriales.

La alta productividad del maíz, su excelente sabor, su alto contenido en energía y su alto contenido nutricional hacen que sea el grano preferido para los animales. La alta concentración de almidón en el maíz también la convierte en la fuente preferida de energía. El maíz se utiliza tanto ensilado como en grano.

En la UE, un 72% del grano de maíz se utiliza como pienso y un 8% para productos alimentarios. Asimismo, un 20% de la cosecha se emplea para producción de almidón. El almidón se utiliza en un 53% para productos alimentarios y en un 47% para productos no alimentarios, tales como papel, plásticos, cosméticos, entre otros. Junto con Europa, China y Brasil, Estados Unidos suma el 70 % del uso global del maíz como pienso (FAO, 2006).

Muchos de los procesos implicados en la producción de estos piensos y subproductos del maíz reducen significativamente el contenido total en proteínas por debajo del nivel del 10% encontrado en el grano o en gran medida elimina, degradan o desnaturalizan las proteínas constituyentes debido a extremos de temperatura y presión. Sin embargo, en las últimas dos décadas el incremento en la demanda por pienso de mejor y mayor calidad nutrimental ha favorecido el mejoramiento y la implementación de procesos novedosos para la molienda de maíz. La industria de etanol constituye un ejemplo de lo anterior, ya que ha conllevado un incremento del suministro de granos destilados (*distillers grains*): cuando el maíz es fermentado a alcohol en el proceso de molienda en seco, aproximadamente un tercio de la materia seca es recuperada en "co-productos" que son nuevamente procesados en una variedad de ingredientes para pienso. La conversión de materia seca a granos destilados involucra la fermentación de almidón que resulta en productos (solubles condensados de destilados del maíz, y solubles con granos secos destilados del maíz) ricos en nutrientes esenciales (proteínas), grasas y minerales. En adición a los granos destilados, existen otros co-productos, derivados en su mayoría de la molienda tradicional en húmedo, utilizados para pienso. Estos productos

pueden contener hasta un 60 % de proteína seca (Ej. gluten de maíz) y 9.5 de fibra (Ej. Germen de maíz) (FAO, 2006).

El aprovechamiento de la planta de maíz no se limita sólo a una parte de ésta (CONABIO, 2008)<sup>8</sup>. El maíz se utiliza como elemento de alimentación básico por personas de todo el mundo, sobre todo en áreas de agricultura de subsistencia. En muchas áreas se realiza la molienda a mano tradicional o la molienda de piedras a pequeña escala. La harina de maíz obtenida se suele utilizar por las poblaciones locales y se emplea para preparar tortillas, panes, bocadillos y productos fermentados. Estos alimentos tradicionales se preparan mezclando el maíz con sorgo o mijo, así como con leguminosas diversas, dependiendo de su disponibilidad. Hoy día el maíz es el cultivo más importante en el medio rural de México (8 millones de ha sembradas al año por 2.5-3 millones de agricultores), con una producción dual (autoconsumo y/o comercial) (CONABIO, 2008).

El maíz ha sido el cereal tradicional para la preparación de tortillas en México y América Central. Básicamente, una mezcla de maíz para alimentos amarillo y blanco se cocina en agua de cal durante un pequeño periodo de tiempo, se lava varias veces y se muele en un molino de piedra hasta obtener un producto denominado masa. La masa puede moldearse en tortillas, que se cocinan sobre una plancha caliente. Posteriormente, la masa puede enrollarse de varias formas y freírse a fondo o extruirse bajo condiciones de alta presión y calor en trozos de maíz o de tortilla de varias formas, tamaños y sabores.

Muchos productos alimentarios de maíz se obtienen a partir de variedades especiales de maíz para alimentos, tales como el maíz amarillo y blanco con sus endospermos duros y redondos; el maíz dulce con altos niveles de azúcares solubles y niveles reducidos de almidón en sus endospermos y el maíz palomero con endospermo pequeño, redondo y duro. El maíz semi-blando destinado preferiblemente para piensos de animales y la molienda húmeda del maíz no suelen utilizarse para preparación de alimentos. El almidón es un producto primario del maíz. El almidón del maíz producido mediante la molienda húmeda está esencialmente libre de proteínas. Literalmente, miles de alimentos se obtienen utilizando almidones de maíz nativo y modificado y edulcorantes de maíz.

En México, los agricultores campesinos, quienes practican el autoconsumo y venta a pequeña escala, siembran principalmente variedades criollas (locales) que van alternando (se incorporan nuevos tipos mientras otros se abandonan) incluso con variedades mejoradas y sometidas al mismo manejo que las criollas, resultando en tipos “acriollados” (finalmente reconocidos como criollos). En este tipo de siembras dominan las variedades criollas o acriolladas, con las que los agricultores mantienen la práctica de selección, flujo de semilla ancestral (flujo divergente), flujo génico y conservación de recursos. Por otra parte, los agricultores comerciales, quienes difícilmente consumen directamente el producto, utilizan híbridos comerciales (producto del fitomejoramiento, el cual se ha limitado a algunas razas, ej. Tuxpeño y Celaya).

---

<sup>8</sup> Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2008. Capital Natural de México. Vol. II. Estado de Conservación y Tendencia de Cambio. CONABIO. México.

La dinámica del cultivo (el tipo de variedad que se siembre) también obedece a condiciones ambientales. En ambientes fríos y semicálidos dominan las variedades criollas y existe poca competencia de variedades mejoradas. En ambientes cálidos las variedades mejoradas (híbridos, variedades de polinización abierta, acriolladas) compiten y aumentan su frecuencia, lo que lleva implícito la pérdida de variedades criollas (CONABIO, 2008).

### 1.3 País y localidad donde el OGM fue colectado, desarrollado o producido

El híbrido de maíz con la tecnología SYN-BTØ11-1 x SYN-IR162-4 x DAS-Ø15Ø7-1 x MON-ØØØ21-9 fue desarrollado mediante el cruzamiento entre los eventos BT11, MIR162, TC1507 y GA21 por Syngenta Seeds, Inc. – Field Crops – en 7500 Olson Memorial Highway Golden Valley MN USA quien posee los derechos sobre el maíz SYN-BTØ11-1 x SYN-IR162-4 x DAS-Ø15Ø7-1 x MON-ØØØ21-9.

### 1.4 Secuencia génica detallada del evento de transformación, incluyendo tamaño del fragmento insertado, sitio de inserción de la construcción genética, incluyendo las secuencias de los oligonucleótidos que permitan la amplificación del sitio de inserción.

#### 1.4.1 Híbrido de maíz con la tecnología BT11 x MIR162 x TC1507 x GA21

El evento apilado de maíz Bt11 x MIR162 x TC1507 x GA21 es un cultivar con características combinadas desarrollado por Syngenta a través de técnicas convencionales de cruzamiento utilizadas para combinar los transgenes de los eventos simples Bt11, MIR162, TC1507 y GA21 (Tabla 1).

El evento parental o simple de maíz Bt11 contiene el transgen *cry1Ab*, que codifica la proteína Cry1Ab, una versión truncada de 615 aminoácidos de la proteína nativa y completa Cry1Ab producida por el microorganismo *Bacillus thuringiensis* subespecie *kurstaki*. La proteína Cry1Ab confiere resistencia a ciertas plagas de lepidópteros. El evento Bt11 también contiene el transgen *pat*, derivado de *Streptomyces viridochromogenes*. Este gen codifica la enzima fosfinotricina acetiltransferasa (PAT), la cual confiere tolerancia a los herbicidas a base de glufosinato de amonio.

El evento parental MIR162 contiene el transgen *vip3Aa20*, el cual es una variante del gen nativo *vip3Aa1*, miembro de una clase de genes naturalmente expresados durante el crecimiento vegetativo de varias subespecies de *Bacillus thuringiensis*. La proteína Vip3Aa20 codificada por el gen *vip3Aa20* confiere protección contra diversas plagas de lepidópteros. Las plantas de maíz MIR162 también contienen el gen *pmi* (también denominado *manA*) de la cepa K-12 de *Escherichia coli*. El gen *pmi* codifica la fosfomanosa isomerasa (PMI), un marcador de selección que permite a las células vegetales transformadas utilizar la manosa como una fuente primaria de carbono.

El evento de maíz TC1507 (desarrollado por Dow AgroSciences) contiene el transgen *cry1F*, el cual codifica la proteína Cry1F derivada de *Bacillus thuringiensis* subespecie *aizawai*. La proteína Cry1F confiere protección contra ciertas plagas de lepidópteros. El maíz TC1507 también contiene el transgen *pat*, de *Streptomyces viridochromogenes*, que le confiere

tolerancia a la actividad herbicida del glufosinato de amonio.

El evento de maíz GA21 contiene el transgen *mepsps* que codifica la enzima doblemente mutada 5-enol-piruvil-shikimato-3-fosfato sintasa (mEPSPS) que confiere tolerancia a la actividad herbicida del glifosato.

Por consiguiente, **el evento apilado de maíz Bt11 × MIR162 × TC1507 × GA21 contiene todos los transgenes de los eventos que lo componen y produce las proteínas: Cry1Ab, Vip3A20, Cry1F, mEPSPS, PAT y PMI.**

Se observaron los patrones de hibridación de ADN esperados en todos los análisis Southern Blot de los eventos Bt11, MIR162, TC1507, GA21 y Bt11xMIR162xTC1507xGA21, así como en el maíz convencional (sin modificación genética). En todos los análisis Southern Blot, **los patrones de hibridación de ADN del evento Bt11xMIR162xTC1507xGA21 correspondieron a las bandas hibridadas observadas para los eventos simples.** Lo anterior demostró que **la integridad de los insertos de los eventos simples fue preservada durante el entrecruzamiento convencional que produjo el evento de maíz apilado Bt11xMIR162xTC1507xGA21.**

Los datos de los análisis de hibridación de Southern demostraron que en el híbrido de maíz con la tecnología BT11 x MIR162 x TC1507 x GA21 se encuentran copias únicas de los genes cry1Ab, pat, cry1F, vip3Aa20, pmi y mepsps, y que estos son estables a lo largo de varias generaciones.

## 1.5 Patogenicidad o virulencia de los organismos donadores y receptores

Tomando en cuenta las definiciones de patogenicidad y virulencia, y la información presentada en los incisos anteriores se puede asegurar que, en el caso del maíz, no existe evidencia científica alguna de que se pueda comportar como patógeno de ningún grupo biológico, es más, el uso de éste cultivo por más de 9,000 años como fuente primordial de alimento entre las culturas mesoamericanas avalan esta afirmación. Aún cuando el uso seguro del maíz con la tecnología BT11 x MIR162 x TC1507 x GA21 ya ha sido probado por diversas entidades regulatorias, a continuación se presenta un breve resumen sobre las características patogénicas o virulentas de los organismos donadores que intervinieron en el desarrollo de los eventos parentales, producto de la biotecnología moderna.

### 1.5.1 Evento parental BT11

#### 1.5.1.1 *Bacillus thuringiensis* serovar *kurstaki*

La eficacia de la toxicidad de las proteínas Bt va a depender de que se presenten los siguientes factores: 1) la solubilización de las protoxinas en el tracto digestivo de los individuos susceptibles; 2) la conversión de las protoxina a toxinas biológicamente activas debido a la proteólisis enzimática; 3) presencia en el individuo de los receptores membranales específicos de unión a la porción C-terminal de la toxina activa. 4) Formación del poro por la porción N-terminal de la toxina; 5) lisis subsecuente de las células epiteliales; 6) germinación de las

esporas; y 7) proliferación de las células vegetativas en la hemolinfa, resultando en septicemia (Figura 1).

Sin embargo, los receptores de unión membranales toxina-específicos, son el mayor determinante de la especificidad del hospedero susceptible (WHO, 1999). Por lo que la patogenicidad asociada va a depender de la composición del cuerpo de inclusión y de los receptores del hospedero. Es ampliamente sabido que en la gran mayoría las cepas de Bt son tóxicas para las familias Coleóptera, Díptera y Lepidóptera, no así para otros insectos o animales superiores, incluidos el hombre.

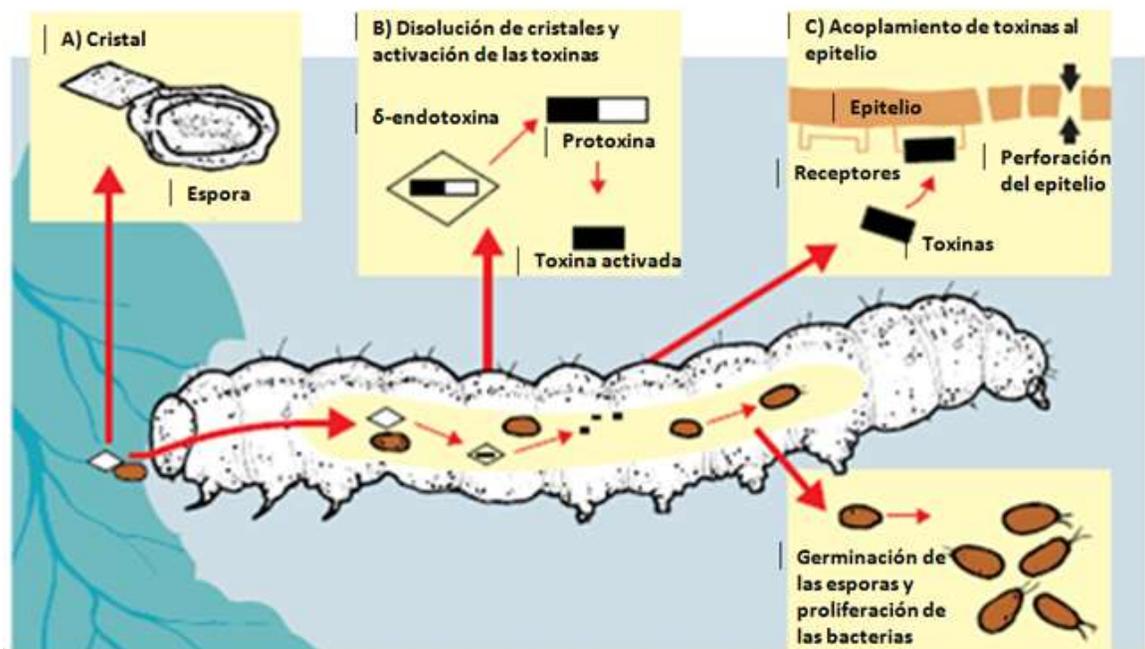


Figura 1. Esquema de acción de las proteínas Bt.

A: Cristal y Espora; B: Al disolverse los cristales, se liberan las protoxinas, en el ambiente alcalino del tracto digestivo se escinden las protoxinas a su forma activa; C: Las toxinas se unen a los receptores específicos en el epitelio del tracto digestivo del insecto, dando formando poros; D: Las esporas germinan y las bacterias proliferan<sup>9</sup>.

#### 1.5.1.2 *Streptomyces viridochromogenes* (Krainsky 1914) Waksman and Henrici 1948

Las bacterias del género *Streptomyces* son el género más grande de las *Actinobacteria*. Se encuentran naturalmente en el suelo y en vegetación en descomposición. Se sabe que hay especies del género *Streptomyces* que pueden ser patógenas de algunos cultivos como papas o camotes, tales especies son: *S. ipomoeae*, *S. acidiscabies* y *S. scabies* (Loria *et al.*, 1997), sin embargo, es bien sabido que la especie *S. viridochromogenes* no presenta características patogénicas para seres humanos, plantas o animales (Hérouet *et al.*, 2005), por lo que no se anticipan riesgos ni a la salud humana o a la diversidad biológica, salud animal, vegetal o

<sup>9</sup> Tomada de WHO, 1999.

acuícola derivado de la liberación en fase experimental del maíz Bt11 x MIR162 x TC1507 x GA21 al medio ambiente (OECD, 1999).

### **1.5.1.3 Virus del mosaico de la Coliflor CaMV35S**

Los Caulimovirus son transmitidos de forma natural por áfidos y se inoculan vía la savia de la planta, el rango de huéspedes es relativamente restringido a la Crucíferáceas y existen reportes de infección experimental en dos solanáceas: *Datura stramonium* y *Nolina bigelovii* (Schoelz *et al.*, 1986).

### **1.5.1.4 *Agrobacterium tumefaciens* Smith & Townsend, 1907**

La bacteria *Agrobacterium tumefaciens* es el agente causal natural de la enfermedad de la agalla de la corona (formación de tumores) en aproximadamente 140 plantas dicotiledóneas. Es un bacilo Gram negativo que se encuentra presente de forma cotidiana en el suelo. Los síntomas que produce en las plantas son causados por la inserción de una pequeña porción de ADN (t-DNA o ADN de transferencia) en las células de la planta, que es incorporada por ésta en el genoma en forma semi-aleatoria. No existen reportes de patogenicidad hacia otros grupos de seres vivos.

## **1.5.2 Evento parental MIR162**

### **1.5.2.1 *Bacillus thuringiensis* serovar *kurstaki***

Como se mencionó anteriormente, los receptores de unión membranales toxina-específicos, son el mayor determinante de la especificidad del hospedero susceptible. (WHO, 1999). Por lo que la patogenicidad asociada va a depender de la composición del cuerpo de inclusión y de los receptores del hospedero. Es ampliamente sabido que en la gran mayoría las cepas de Bt son tóxicas para las familias Coleóptera, Díptera y Lepidóptera, no así para otros insectos o animales superiores, incluido el hombre.

Estos eventos afectan los procesos digestivos y causan la muerte irremediable del insecto. La superficie de las células intestinales de los mamíferos no posee receptores para las delta endotoxinas de la subespecie *B. thuringiensis*; por lo tanto, los humanos no son susceptibles a estas proteínas. Esto se ha confirmado mediante numerosos estudios de seguridad llevados a cabo en animales de laboratorio los cuales son tradicionalmente sustitutos experimentales de los humanos. Se han publicado los resultados de algunos de estos estudios en revistas científicas (Ignoffo, 1973; Shaddock *et al.*, 1983; Siegel y Shaddock, 1989).

Los resultados no publicados de los estudios de seguridad llevados a cabo por las empresas que registran las preparaciones comerciales de *B. thuringiensis* han sido resumidos en la Norma de Registro para Formulaciones de Bt de la EPA (EPA, 1988).

Estas consideraciones científicas demuestran los antecedentes de utilización segura de las preparaciones de *B. thuringiensis*. De acuerdo con los datos científicos disponibles, la EPA y otras entidades científicas reguladoras del mundo han determinado que el uso de productos

registrados de *B. thuringiensis* no presenta un riesgo significativo para la salud de los humanos o para los organismos no blanco.

#### **1.5.2.2 *Escherichia coli***

El evento MIR162 también contiene el gen *pmi* (también conocido como el gen “*manA*”) de la *Escherichia coli* (cepa K-12; Miles y Guest, 1984). *Escherichia coli* ha sido ampliamente utilizada en estudios de fisiología, genética y bioquímica, lo que la convierte en una de las especies bacterianas mejor estudiadas. *Escherichia coli* pertenece a la familia Enterobacteriaceae y es común en el agua, la tierra y la flora intestinal normal de los humanos y otros animales (Bettelheim, 1992).

Las cepas de *Escherichia coli* se han utilizado durante los últimos 60 años en el estudio de la fisiología y genética bacteriana. La cepa K12 de tipo silvestre se utilizó históricamente en los primeros estudios sobre conjugación y recombinación (Swartz, 1996). La utilización y el estudio de la cepa K12 siguieron predominando debido a su utilización en el estudio de recombinación, generación y mapeo mediante la conjugación de un gran número de mutantes en sendas metabólicas, que contribuyeron a los estudios de genética y fisiología bacteriana. En un estudio de cepas de *E. coli* que incluía representantes de la cepa K12, la amplificación de la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) demostró la ausencia de genes de virulencia definida presentes en aislados patógenos de este género (Kuhnert *et al.*, 1997). Los autores concluyeron que las cepas K12 comúnmente utilizadas en el laboratorio están desprovistas de factores virulentos y deben ser consideradas no patógenas.

De forma similar, en un estudio más directo del potencial patógeno de las cepas K12 llevado a cabo en un modelo de ratón BALB/c e intestino de polluelo, se llegó a la conclusión de que las cepas K12 no poseen mecanismos patógenos reconocidos y deben ser consideradas no patógenas (Chart *et al.*, 2000). De acuerdo con estos estudios y con el hecho de que la cepa K12 de *E. coli* ha sido ampliamente utilizada en investigaciones y en muchos laboratorios durante décadas sin que hubiera causado daños, la cepa K12 de *E. coli* se reconoce en general como segura.

#### **1.5.2.3 Virus del mosaico de la Coliflor CaMV35S**

Los Caulimoviruses son transmitidos de forma natural por áfidos y se inoculan vía la savia de la planta, el rango de huéspedes es relativamente restringido a la Crucíferáceas y existen reportes de infección experimental en dos solanáceas: *Datura stramonium* y *N. bigelovii* (Schoelz *et al.*, 1986).

#### **1.5.2.4 *Agrobacterium tumefaciens* Smith & Townsend, 1907**

La bacteria *Agrobacterium tumefaciens* es el agente causal natural de la enfermedad de la agalla de la corona (formación de tumores) en aproximadamente 140 plantas dicotiledóneas. Es un bacilo Gram negativo que se encuentra presente de forma cotidiana en el suelo. Los síntomas que produce en la plantas son causados por la inserción de una pequeña porción de ADN (t-DNA o ADN de transferencia) en las células de la planta, que es incorporada por ésta en

el genoma en forma semi-aleatoria. No existen reportes de patogenicidad hacia otros grupos de seres vivos.

### 1.5.3 Evento parental TC1507

#### 1.5.3.1 *Bacillus thuringiensis var aizawai*

El evento TC1507 contiene un gen modificado *cry1F* de *Bacillus thuringiensis var aizawai*. El gen nativo *cry1F* fue recreado sintéticamente para optimizar la expresión en maíz y luego se introdujeron cambios adicionales, de forma tal que la proteína Cry1F modificada y codificada tuviera una mayor actividad contra la plaga de lepidópteros: gusano (europeo) barrenador del maíz.

*Bacillus thuringiensis* es una bacteria Gram positiva, formadora de esporas y estructuras cristalinas que ha sido utilizada comercialmente durante los últimos 40 años para controlar insectos plagas. Estos microorganismos se encuentran en forma natural en el suelo, en todo el mundo. Las cepas de *B. thuringiensis* controlan los insectos plagas a través de la producción de proteínas insecticidas cristalinas conocidas como delta endotoxinas. Para que sean activas contra el insecto objetivo, la proteína debe ser ingerida. En los intestinos del insecto, la proteína se une a receptores específicos en el intestino medio del insecto, se inserta en la membrana y forma poros específicamente permeables a iones. Estos eventos afectan los procesos digestivos y causan la muerte del insecto. La superficie de las células intestinales de los mamíferos no posee receptores para las delta endotoxinas de la subespecie *B. thuringiensis*; por lo tanto, los humanos no son susceptibles a estas proteínas. Esto se ha confirmado mediante numerosos estudios de seguridad llevados a cabo en animales de laboratorio, los cuales son, tradicionalmente, sustitutos experimentales de los humanos. Se han publicado los resultados de algunos de estos estudios en revistas científicas (Ignoffo, 1973; Shaddock *et al.*, 1983; Siegel y Shaddock, 1989).

Los resultados no publicados de los estudios de seguridad llevados a cabo por las empresas que registran las preparaciones comerciales de *B. thuringiensis* han sido resumidos en la Norma de Registro para Formulaciones de *Bt* de la EPA (EPA, 1988).

Estas consideraciones científicas demuestran los antecedentes de utilización segura de las preparaciones de *B. thuringiensis*. De acuerdo con los datos científicos disponibles, la EPA y otras entidades científicas reguladoras del mundo han determinado que el uso de productos registrados de *B. thuringiensis* no presenta un riesgo significativo para la salud de los humanos o para los organismos no blanco.

#### 1.5.3.2 *Streptomyces viridochromogenes*

El evento TC1507 también contiene el gen *pat* de *Streptomyces viridochromogenes*. Las bacterias del género *Streptomyces* son el género más grande de las Actinobacteria. Se encuentran naturalmente en el suelo y en vegetación en descomposición. Se sabe que hay especies del género *Streptomyces* que pueden ser patógenas de algunos cultivos como papas o

camotes, tales especies son: *S. ipomoeae*, *S. acidiscabies* y *S. scabies* (Loria *et al.*, 1997), sin embargo, es bien sabido que la especie *S. viridochromogenes* no presenta características patogénicas para seres humanos, plantas o animales (Hérouet *et al.*, 2005), por lo que no se anticipan riesgos ni a la salud humana o a la diversidad biológica, salud animal, vegetal o acuícola derivado de la liberación en fase experimental del maíz Bt11 x MIR162 x TC1507 x GA21 al medio ambiente (OECD, 1999).

### **1.5.3.3 *Agrobacterium tumefaciens* Smith & Townsend, 1907**

La bacteria *Agrobacterium tumefaciens* es el agente causal natural de la enfermedad de la agalla de la corona (formación de tumores) en aproximadamente 140 plantas dicotiledóneas. Es un bacilo Gram negativo que se encuentra presente de forma cotidiana en el suelo. Los síntomas que produce en la plantas son causados por la inserción de una pequeña porción de ADN (t-DNA o ADN de transferencia) en las células de la planta, que es incorporada por ésta en el genoma en forma semi-aleatoria. No existen reportes de patogenicidad hacia otros grupos de seres vivos.

### **1.5.4 Evento parental GA21**

#### **1.5.4.1 *Zea mays ssp. mays* L**

Sin menoscabo de lo mencionado al inicio de este inciso, para el caso del maíz proveniente del evento GA21 que expresa la proteína mEPSPS, la cual confiere tolerancia a los herbicidas que contienen glifosato, el organismo receptor y donador, el maíz, posee una larga historia de su uso seguro en el mundo. Ninguna de las secuencias de genes introducidas en el evento GA21, o sus donadores han sido identificados por ser patogénicos al hombre. La proteína mEPSPS que proviene de *Zea mays* muestra más de un 99.3% de homología con la proteína EPSPS de maíz, y es expresada en niveles extremadamente bajos en la planta (Hill 2006). Las proteínas EPSPS son ubicuas en la naturaleza y por lo tanto estarán naturalmente presentes en los alimentos que deriven de fuentes vegetales y microbianas. Esta proteína no posee una homología de aminoácidos significativas respecto de proteínas conocidas como toxinas o alérgenos para mamíferos (Harper 2007 y 2008a) y es degradada rápidamente en ensayos de digestibilidad *in vitro* (Graser 2005). También es sensible al calor y al procesamiento (Kramer 2005; Hill 2005). Se desarrollaron estudios que comparan la composición de plantas de maíz del evento GA21 con plantas no GM. Todos los estudios llegan a la conclusión que el maíz GM es substancialmente equivalente al maíz convencional (Kramer y De Fontes, 2005). Además el evento GA21 ya se encuentra aprobado para su uso en alimentación humana y animal en muchos países del mundo y no se ha reportado efectos adversos.

Por lo tanto para el caso del evento GA21, tanto la planta como la nueva proteína tienen un historial de consumo seguro por el hombre y animales. Además de esto, se llevó a cabo un estudio de toxicidad oral aguda con la proteína mEPSPS. El estudio confirmó que la proteína no produce toxicidad aguda en ratones, en pruebas de altas dosis. Los resultados mostraron que no hubo efectos sobre la condición clínica, peso corporal, consumo de alimento, patologías clínicas, peso de órganos, patologías macroscópicas y microscópicas que fueran relacionadas a

la administración de la proteína en ratones machos y hembras (Barnes 2005); confirmando nuevamente el perfil no tóxico de esta proteína.

Las toxinas son conocidas por actuar vía mecanismos agudos a bajas dosis (Sjoblad *et al.*, 1992) y no acumularse, el test de toxicidad aguda fue apropiado para confirmar la seguridad de la proteína mEPSPS. Esta proteína es digerida rápidamente, esto demuestra la falta de toxicidad aguda y la no homología con toxinas conocidas. Por lo tanto podría ser considerada no tóxica y con muy baja probabilidad de riesgo a la salud del hombre y los animales. Por esto no se consideró necesario otros estudios toxicológicos adicionales para demostrar la seguridad de la expresión de la nueva proteína.

En resumen, las proteínas EPSPS, incluyendo a mEPSPS, expresadas en el evento GA21 no presentan características que indiquen un potencial riesgo para la salud, estas tienen un historial de uso seguro y los estudios realizados a la fecha lo han corroborado; por lo tanto puede considerarse la mEPSPS como una proteína no riesgosa.

#### **1.5.4.2 *Agrobacterium tumefaciens* Smith & Townsend, 1907**

La bacteria *Agrobacterium tumefaciens* es el agente causal natural de la enfermedad de la agalla de la corona (formación de tumores) en aproximadamente 140 plantas dicotiledóneas. Es un bacilo Gram negativo que se encuentra presente de forma cotidiana en el suelo. Los síntomas que produce en la plantas son causados por la inserción de una pequeña porción de ADN (t-DNA o ADN de transferencia) en las células de la planta, que es incorporada por ésta en el genoma en forma semi-aleatoria. No existen reportes de patogenicidad hacia otros grupos de seres vivos.

## II. Identificación de la zona o zonas donde se pretenda liberar el OGM

### 2.1 Superficie total del polígono o polígonos donde se realizará la liberación

La superficie de liberación experimental total, donde se desarrollarán las actividades, es de **5,754 hectáreas**.

El área de liberación está comprendida en la ecorregión **14.3.1.2 Planicie Costera Sinaloense con Selva Baja Caducifolia** de acuerdo a la cartografía “Ecorregiones Terrestres de México” de INEGI, CONABIO-INE (2007), y en la zona de uso agrícola de acuerdo a la cartografía “Uso de suelo y vegetación modificado por CONABIO” de CONABIO (1999).

El área de liberación no comprende ninguna Área Natural Protegida (ANP) ni ningún sitio RAMSAR, dando cumplimiento al artículo 89 de la LBOGM.

En la tabla 2 se describen las características del área donde se pretende realizar la liberación en programa experimental.

**Tabla 2. Ubicación y características del área en donde se pretende realizar la liberación en programa experimental en el Estado de Sinaloa.**

Superficie del área de liberación	Ecorregión(es) en las que está comprendida el área de liberación	Municipios que comprende el área de liberación	ANP comprendidas dentro del área de liberación	Sitios RAMSAR comprendidos dentro del área de liberación
857.686,132429 ha	14.3.1.2 Planicie Costera Sinaloense con Selva Baja Caducifolia	Ahome, El Fuerte, Guasave, Sinaloa, Salvador Alvarado, Navolato, Mocorito y Culiacán	Ninguna  APC comprendidas dentro del área de liberación (Claves) 3130, 3091, 3267, 3576, 3618, 3702, 3661, 3983, 4059, 4098	Ninguno  Distritos de riego comprendidos dentro del área de liberación Río Fuerte (075), Mocorito (074)

### 2.2 Descripción de los polígonos donde se realizará la liberación y de las zonas vecinas a éstos según las características de diseminación del OGM de que se trate

En los siguientes sub-apartados se describen a detalle aspectos sobre la biología, geografía, edafología, hidrografía, entre otras, del área de liberación propuesta (y cuyas características, en términos de superficie y ubicación, han sido abordadas en el apartado anterior).

### 2.2.1 Listado de las especies que tengan interacción en el área de liberación y en zonas vecinas a estos

El maíz es una planta resistente comparada con otros cultivos, sin embargo, es susceptible de diversos daños ocasionados por aves, roedores, insectos y enfermedades, entre otras causas (Ej. condiciones climáticas, deficiencias nutricionales y aplicación errónea de fertilizantes) (Lesur, 2005). El maíz, como cualquier especie vegetal cultivada en gran escala, tiene una amplia variedad de organismos y microorganismos que establecen relaciones predatoras y/o parasíticas con él bajo condiciones de cultivo.

En los siguientes apartados se presenta la información general de las plagas de las que se tiene conocimiento atacan al cultivo de maíz, particularmente se hace referencia a las especies más importantes que afectan el maíz bajo las variadas condiciones ambientales del cultivo en Sinaloa (Sin dejar de mencionar que, las plagas listadas y otros parásitos también establecen relación hospedero-patógeno en otras regiones donde se cultiva maíz en el mundo (Smith y White, 1988)).

#### 2.2.1.1 Artrópodos

Los artrópodos que atacan el maíz se agrupan según la naturaleza del daño que ocasionan. Pueden ser 1) trozadores, que comen la planta con mordeduras, cortando el follaje, 2) chupadores, que succionan los jugos vitales de la planta a través de pequeños orificios que hacen en las hojas al taladrarlas con sus finos aparatos bucales; y/o 3) barrenadores, más difíciles de detectar, pues viven dentro de la planta alimentándose de sus tejidos (Lesur, 2005; Reyes-Castañeda, 1990).

Existe un buen número de especies de insectos que establecen relaciones parasíticas con el maíz, de acuerdo con las condiciones ambientales del cultivo en México. Entre los de mayor importancia económica se encuentran, *Agrotis ipsilon*, *Diabrotica* spp., *Heliothis zea*, *Spodoptera frugiperda*, *Diatraea saccharalis*, *D. grandiosella*, *Helicoverpa zea*, (Dicke y Guthrie, 1988).

#### 2.2.1.2 Vertebrados

El cultivo de maíz a nivel nacional es infestado por alrededor de cuarenta especies de insectos y algunos ácaros, los cuales llegan a disminuir la producción en un 20 a 30 por ciento. Si bien también se han reportado plagas de vertebrados en cultivos de maíz, estas son las de menor incidencia dentro de las parcelas experimentales (condiciones de campo), además de ser plagas de incidencia baja e inestable (Lesur, 2005; Pérez Luna, 1983).

##### a) Roedores

La presencia de roedores (principalmente hurones y tuzas, aunque también suelen ser ratas y ratones), es importante en la época de nacencia del maíz (plantas jóvenes), ya que afectan la producción cuando se alimentan de las semillas con plántulas recién emergidas, provocando la muerte de estas plántulas y reduciendo el número de plantas por hectárea, por

lo que pueden obligar a sembrar en partes de la parcela. La forma de combatir el daño por roedores es mediante la destrucción de madrigueras cercanas al cultivo (Lesur, 2005; Pérez Luna, 1983).

## **b) Pájaros**

Las parvadas de pájaros suelen ocasionar serios daños a las mazorcas jóvenes. Para combatir la destrucción del cultivo por pájaros (aves), se suelen emplear, con resultados aceptables, espantapájaros de plástico (Lesur, 2005). También se pueden emplear botes con piedrecillas, espejos o cintas con brillo metálico y siluetas de aves depredadoras (SAGAR, 2000).

### **2.2.1.3 Maleza**

En México se reportan más de 400 especies de malas hierbas, pertenecientes a más de 50 familias botánicas, asociadas a diferentes cultivos (Villaseñor y Espinosa, 1998; Tamayo, 1991). De acuerdo con la zona agroecológica donde se cultive en Sinaloa, el maíz está sujeto a la competencia de las especies de malezas más comunes en las zonas respectivas.

## **2.2.2 Descripción geográfica**

### **2.2.2.1 Ecorregiones terrestres del área de liberación**

Como ya se mencionó, el área donde se pretende hacer la liberación experimental del maíz con tecnología Bt11 x MIR162 x TC1507 x GA21 está comprendida en la ecorregión 14.3.1.2 Planicie Costera Sinaloense con Selva Baja Caducifolia nexa B.7) de acuerdo a la cartografía “INEGI, CONABIO-INE. 2007. Ecorregiones Terrestres de México” y en la zona de uso agrícola de acuerdo a la cartografía “Uso de suelo y vegetación modificado por CONABIO” (CONABIO, 1999).

Para conocer y entender un poco más de la propuesta de Syngenta abordaremos el tema de ecorregiones y cómo se relaciona con el tema de usos de suelo y vegetación.

Las *Ecorregiones Terrestres de México* se trata de una regionalización ampliamente usada, basada en considerar que incluso en condiciones climatológicas, geológicas y edafológicas similares, las regiones que han estado separadas por su historia geológica suficiente tiempo tienen floras y faunas distintas. Al tener México una compleja historia geológica (Ferrusquía, 1998), esta situación es más la regla que la excepción.

Los factores biogeográficos han desempeñado papeles de gran importancia en la historia evolutiva de la flora y la fauna de México, historia que aún se encuentra plasmada en la composición de especies, comunidades bióticas y ecosistemas actuales, en un patrón de regionalización biológica y ecológica a lo largo y ancho del país.

Estas diferencias regionales en la historia biogeográfica y la distribución de los conjuntos de especies, se pueden delimitar cartográficamente utilizando el concepto de “ecorregiones”, en donde las unidades se subdividen utilizando criterios ambientales, dados por tipos de

vegetación con estructura y composición de especies de flora y fauna similares, por rasgos fisiográficos como sierras, mesetas, planicies y cuencas, así como por elementos del clima como humedad y temperatura.

En estas unidades se establecen comunidades bióticas ubicadas con rasgos topográficos comunes, bajo la influencia de un determinado clima. Estas clasificaciones intentan empatar las clasificaciones de los sistemas basados en biogeografía con las grandes unidades ecológicas, con el fin de fomentar un enfoque ecológico común a escala regional. En este sentido, uno de los esfuerzos más importantes para contar con un sistema armónico que permita conocer y delimitar las ecorregiones en Norteamérica se deriva del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLC), establecido en 1994. Como parte importante de la Comisión de Cooperación Ambiental —creada mediante un acuerdo paralelo al TLC—, que involucra las dependencias ambientales de los gobiernos de México, Estados Unidos y Canadá, se formaron equipos de expertos para definir las ecorregiones de América del Norte, de acuerdo con sus afinidades ecológicas y biogeográficas (CCA, 1997).

#### 2.2.2.2 Geografía del área de liberación / del Estado de Sinaloa

**El área de liberación** donde se pretende hacer la liberación experimental del maíz con tecnología Syngenta **comprende los municipios Ahome, El Fuerte, Sinaloa, Guasave, Salvador Alvarado, Angostura, Mocorito, Navolato y Culiacán, en el Estado de Sinaloa.**

##### 2.2.2.2.1 Ahome<sup>10</sup>

Se localiza en la región más septentrional del Estado a los 108°46' 00" y 109°27'00" de longitud oeste del Meridiano de Greenwich y entre los paralelos 25°33'50" y 26°21'15" de latitud norte. Limita al norte con el Golfo de California y el Estado de Sonora; limita al poniente y al sur con el Golfo de California y al oriente con los municipios de Guasave y El Fuerte. Se encuentra localizado a 10 metros sobre el nivel del mar.

##### 2.2.2.2.2 El Fuerte<sup>11</sup>

El municipio El Fuerte se localiza al noroeste del Estado y sus coordenadas extremas son: 108°16'47" y 109°04'42" al oeste del meridiano de Greenwich y entre los 25°53'29" y los 26°38'47" de latitud norte. Está situado a 80 metros sobre el nivel del mar en los valles y hasta 1 mil metros en sus partes altas. Su clima varía entre los 4° y 42°C. El municipio está integrado por 373 localidades y en 7 sindicaturas administrativas: Chinobampo, Tehueco, San Blas, Jahuara II, Charay, Mochicahui y La Constancia. Limita al norte con Sonora y el municipio de

<sup>10</sup> Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. 2005. Enciclopedia de los Municipios de México, Sinaloa. <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM25sinaloa/index.html>

<sup>11</sup> Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. 2005. Enciclopedia de los Municipios de México, Sinaloa. <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM25sinaloa/index.html>

Choix; al sur con los municipios de Ahome, Guasave y Sinaloa; al poniente con Sonora y Ahome, y al oriente con los municipios de Choix y Sinaloa.

#### **2.2.2.2.3 Sinaloa<sup>12</sup>**

El municipio de Sinaloa se localiza entre los meridianos 107°27'56" y 108°40'22" de longitud oeste del meridiano de Greenwich y entre los paralelos 25°39'54" y 26°25'49" de latitud norte. Colinda al Norte con el Estado de Chihuahua y los municipios de El Fuerte y Choix; al Este limita con el Estado de Chihuahua y el municipio de Badiraguato; al Sur colinda con los municipios de Guasave, salvador Alvarado y Mocorito y al Oeste con los municipios de El Fuerte y Guasave. El municipio tiene una altura que varía entre los 55 y los 2,155 metros sobre el nivel del mar y una extensión de territorio de 6,186 km<sup>2</sup>, que representa el 10.6% del total del Estado y el 0.31% del país.

#### **2.2.2.2.4 Guasave<sup>13</sup>**

Guasave se localiza en el Noroeste del Estado de Sinaloa, entre los meridianos 108°10'00" y 109°06'50" longitud Oeste de Greenwich y los paralelos 25°10'03" al 25°46'19" latitud norte. Colinda al norte con los municipios de Ahome y Sinaloa; al este, con los municipios de Sinaloa, Salvador Alvarado y Angostura; al sur con el municipio de Angostura y el Golfo de California; al oeste con el Golfo de California y el municipio de Ahome.

#### **2.2.2.2.5 Salvador Alvarado<sup>14</sup>**

El municipio de Salvador Alvarado se localiza en el Estado de Sinaloa. De acuerdo a su posición geográfica en el mapa general de la República Mexicana, se encuentra entre las coordenadas extremas que van de 25° 11' 03" a 25° 43' 47" latitud norte del trópico de cáncer y de 107° 44' 00" a 108° 12' 11" longitud oeste del meridiano de Greenwich. Es fundamental saber que Salvador Alvarado está formado por una extensión territorial total de 197.5 kilómetros cuadrados y se encuentra a una altura promedio de 43 metros sobre el nivel del mar.

Es importante saber que territorialmente colinda al norte con los municipios de Sinaloa y Guasave, al sur con Angostura, al este con Mocorito y al oeste con el municipio de Angostura. En otros datos estadísticos importantes, los resultados estadísticos que obtuvo el INEGI del conteo de población realizado en el 2010, mostraron que el número de personas que viven en el municipio de Salvador Alvarado es de 79,090.

#### **2.2.2.2.6 Angostura<sup>15</sup>**

El municipio de Angostura se localiza en el centro del Estado de Sinaloa. El mapa de la República Mexicana indica que se encuentra entre las coordenadas geográficas 25° 00' 43' y 23°

---

<sup>12</sup> H. Ayuntamiento de Sinaloa, Municipio. <http://www.sinaloamunicipio.gob.mx>

<sup>13</sup> H. Ayuntamiento de Guasave, Sinaloa. <http://www.guasave.gob.mx/sitio/index.php/>

<sup>14</sup> H. Ayuntamiento de Salvador Alvarado. <http://www.salvadoralvarado.gob.mx>

<sup>15</sup> Municipios de México. <http://www.municipios.mx>

30' 00" latitud norte y entre 107° 47' 03" y 108° 15' 19" longitud oeste. Angostura colinda en la parte noroeste con el municipio de Guasave, tanto al norte como al noroeste con Salvador Alvarado, en la región este con Mocorito, en la zona sureste con el municipio de Navolato y finalmente tanto al sur como al oeste con el Golfo de California o Mar Cortés. Está formado por una extensión territorial total de 1,447.63 kilómetros cuadrados. Debido a las diferentes elevaciones que tiene se encuentra situado a una altura promedio de unos 35 metros sobre el nivel del mar (msnm). Es preciso saber que el INEGI dio a conocer los resultados obtenidos del tercer conteo de población y vivienda realizados en todos los estados y municipios del país durante el 2010 y señaló que el número total de población en el municipio de Angostura es de 44,993.

#### **2.2.2.2.7 Mocorito<sup>16</sup>**

De acuerdo a lo que señala el mapa de la República Mexicana, sobre la localización del municipio de Mocorito, éste se encuentra en la parte noroeste del Estado de Sinaloa. Es fundamental saber que geográficamente se encuentra situado entre las coordenadas que van de 24° 58' 42" a 25° 51' 10" latitud norte y de 107° 31' 25" a 108° 02' 55" longitud oeste. Mocorito cuenta con una extensión territorial de 2,566 kilómetros cuadrados. En cuanto a su altitud, ésta es variable debido a las diferentes elevaciones que tiene, pero en datos generales oscila entre 50 y 975 metros sobre el nivel del mar.

Entre los lugares con los que colinda Mocorito, al norte se encuentra el municipio de Sinaloa, al sur con Navolato, al sureste con Culiacán, en la zona este con Badiraguato y al oeste con los municipios de Salvador Alvarado y Angostura. En otra información importante, la institución mexicana especializada en censo "Instituto Nacional de Estadística y Geografía" fue quien se encargó de realizar en el año 2010 el tercer censo de población y vivienda en México. Informó que los resultados obtenidos del primer censo mostraron que el municipio de Mocorito cuenta con 45,839 habitantes.

#### **2.2.2.2.8 Navolato<sup>17</sup>**

El municipio de Navolato se localiza en el Estado de Sinaloa, situándose entre las coordenadas 24° 25' 45" y 25° 59' 30" latitud norte y entre 107° 14' 00" y 108° 04' 50" longitud oeste. Colinda al norte con Mocorito y Angostura, al sur, oeste, noroeste, sureste y suroeste con el Golfo de California, y tanto al este como al noroeste con el municipio de Culiacán. Territorialmente el municipio de Navolato está formado por una extensión de unos 2,285 kilómetros cuadrados y debido a la gran variación de elevaciones que tiene se encuentra a una altura promedio de aprox. 20 metros sobre el nivel del mar (msnm). En datos estadísticos, es preciso saber que el Instituto Nacional de Estadística y Geografía señaló de acuerdo con el censo de población efectuado en el 2010, el municipio de Navolato, cuenta con una población total de 135,603 habitantes.

---

<sup>16</sup> *Ídem.*

<sup>17</sup> *Ídem.*

### 2.2.2.2.9 Culiacán<sup>18</sup>

El municipio de Culiacán se encuentra en la región central del Estado de Sinaloa, entre los meridianos 106° 56' 50" y 107° 50' 15" de longitud oeste del meridiano de Greenwich y las coordenadas extremas de los paralelos 24° 02' 10" y 25° 14' 56" de latitud norte. Su altitud sobre el nivel del mar en la costa alcanza hasta los 2,100 metros en la zona de los altos. Su cabecera municipal tiene una altura media de 53 metros sobre el nivel del mar. Colinda al norte con el municipio de Badiraguato, al sur con el golfo de California, al este con el municipio de Cosalá y el Estado de Durango; al oeste con el municipio de Navolato; al noroeste con el Estado de Durango; al noroeste con Navolato y Mocorito; al suroeste con Elota y Cosalá, y al suroeste con Navolato y el Golfo de California.

### 2.2.3 Tipos de suelo

Se denomina suelo a la parte no consolidada y superficial de la corteza terrestre, biológicamente activa, que tiende a desarrollarse en la superficie de las rocas emergidas por la influencia de la intemperie y de los seres vivos (meteorización).

Los suelos son sistemas complejos donde ocurren una vasta gama de procesos químicos, físicos y biológicos que se ven reflejados en la gran variedad de suelos existentes en la tierra.

A grandes rasgos, los suelos están compuestos de minerales y material orgánico como materia sólida, agua y aire en distintas proporciones en los poros. De una manera más esquemática se puede decir que la pedosfera, el conjunto de todos los suelos, abarca partes de la litósfera, biósfera, atmósfera e hidrósfera.

Son muchos los procesos que pueden contribuir a crear un suelo particular, algunos de estos son la deposición eólica, sedimentación en cursos de agua, meteorización, y deposición de material orgánico. Existen dos clasificaciones para los tipos de suelo, una según su funcionalidad y otra de acuerdo a sus características físicas.

#### 2.2.3.1 Por funcionalidad

- a) Suelos arenosos.** No retienen el agua, tienen muy poca materia orgánica y no son aptos para la agricultura, ya que por eso son tan coherentes.
- b) Suelos calizos.** Tienen abundancia de sales calcáreas, son de color blanco, seco y árido, y no son buenos para la agricultura.
- c) Suelos humíferos (tierra negra).** Tienen abundante materia orgánica en descomposición, de color oscuro, retienen bien el agua y son excelentes para el cultivo.
- d) Suelos arcillosos.** Están formados por granos finos de color amarillento y retienen el agua formando charcos. Si se mezclan con humus pueden ser buenos para cultivar.

---

<sup>18</sup> Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. 2005. Enciclopedia de los Municipios de México, Culiacán <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM25sinaloa/index.html>

- e) **Suelos pedregosos.** Formados por rocas de todos los tamaños, no retienen el agua y no son buenos para el cultivo.
- f) **Suelos mixtos.** Tienen características intermedias entre los suelos arenosos y los suelos arcillosos

### 2.2.3.2 Por características físicas

- a) **Litsoles.** Se considera un tipo de suelo que aparece en escarpas y afloramientos rocosos, su espesor es menor a 10 cm y sostiene una vegetación baja, se conoce también como leptosales que viene del griego *leptos* que significa delgado.
- b) **Cambisoles.** Son suelos jóvenes con proceso inicial de acumulación de arcilla. Se divide en vértigos, gleycos, eutrícos y crómicos.
- c) **Luvisoles.** Presentan un horizonte de acumulación de arcilla con saturación superior al 50%.
- d) **Acrisoles.** Presentan un marcado horizonte de acumulación de arcilla y bajo saturación de bases al 50%.
- e) **Gleysoles.** Presentan agua en forma permanente o semipermanente con fluctuaciones de nivel freático en los primeros 50 cm.
- f) **Fluvisoles.** Son suelos jóvenes formados por depósitos fluviales, la mayoría son ricos en calcio.
- g) **Rendzina.** Presenta un horizonte de aproximadamente 50 cm de profundidad. Es un suelo rico en materia orgánica sobre roca caliza.
- h) **Vertisoles.** Son suelos arcillosos de color negro, presentan procesos de contracción y expansión, se localizan en superficies de poca pendiente y cercanos escurrimientos superficiales.

### 2.2.3.3 Tipo de suelos en municipios de Sinaloa<sup>19</sup>

Para el caso del área de liberación se hace una revisión de los tipos de suelos que predominan en los municipios que conforman dicha área, además de un mapa para representar de manera gráfica la clasificación de suelos de acuerdo a sus características físicas.

#### 2.2.3.3.1 Ahome<sup>20</sup>

Los suelos se pueden clasificar en su mayoría dentro de los *castañozem cálcicos* (con acumulaciones importantes de yeso o cal), con una textura calificada de gruesa (mayor de 35% de arena) y con profundidad superior a los 14 cm.

#### 2.2.3.3.2 El Fuerte

El municipio está constituido por terrenos del Cenozoico y del Terciario. Predominando los suelos cambisol y feozem, y en menor medida, suelos vertisol, regosol, solonchak, yermosol y litosol. La zona de llanuras se utiliza para la agricultura y al norte, su uso es ganadero.

#### 2.2.3.3.3 Sinaloa

<sup>19</sup> Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. E-local. <http://www.inafed.gob.mx/>

<sup>20</sup> Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. 2005. Enciclopedia de los Municipios de México, Sinaloa. Ahome. <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM25sinaloa/index.html>

Los suelos que predominan son los cherrosems o negro, y los castaños o chesnut en 70% de la superficie. El cherrosems, susceptible de aprovechamiento agrícola, representa un 20% de la superficie cultivable. El uso de suelo es del 80% destinado a la ganadería por el desarrollo de zacate y el resto a la agricultura de riego. El 70% del municipio tiene una geografía accidentada o altiplano y el resto presenta terreno planos dedicados a la agricultura de riego.

#### **2.2.3.3.4 Guasave**

En la composición del suelo del municipio de Guasave, predominan los suelos castañozem o chestnut, prototipo de regiones de clima seco con deficiencia de humedad, por lo que su vegetación se presenta en forma de zacates bajos que se propagan por rizomas. Una característica muy importante de esta unidad edafológica es su riqueza en materia orgánica, lo que determina un matiz café castaño en su superficie.

#### **2.2.3.3.5 Salvador Alvarado**

Los suelos más característicos de la región son los castaños o chesnut que son resultado de un proceso de intemperización con deficiencias de humedad, por lo que la vegetación es menos desarrollada, presentando zacates bajos que se le propagan por rizomas, que son propias para el desarrollo agrícola.

#### **2.2.3.3.6 Angostura**

El suelo del municipio muestra un predominio de suelos vertisol, junto a la costa son de tipo solonchak; en el extremo sur existe una pequeña porción de suelos cambisol y hacia el oriente pequeñas porciones de feozem y litosol. De la superficie municipal 65,136 hectáreas se destinan a uso agrícola, una pequeña parte se usa para agostadero y junto al litoral existen amplias áreas inundables y salitrosas.

#### **2.2.2.3.7 Mocerito**

El municipio está constituido por suelos del Cenozoico Medio Superior y del Mesozoico. Predomina el suelo vertisol y en menor medida el feozem. Aproximadamente el 50 % del territorio son tierras destinadas a la agricultura de temporal.

#### **2.2.3.3.8 Navolato**

En el municipio de Navolato predominan rocas sedimentarias pertenecientes al Cenozoico de la era Cuaternaria. Predominan los suelos solonchak, cambisol y vertisol

#### **2.2.3.3.9 Culiacán**

Las características geológicas del municipio de Culiacán son: la faja costera que está formada por capas recientes del pleistoceno y formaciones geológicas del principio de la era cuaternaria. La región central por la naturaleza rocosa del cenozoico y las partes elevadas de la sierra, está compuesta principalmente por rocas metamórficas de la era mesozoica. Predominan los suelos feozem, vertisol, regosol y cambisol, la mayor parte del suelo es de uso agrícola.

## 2.2.4 Características meteorológicas

### 2.2.4.1 Clima del Estado de Sinaloa

La altitud predominante en Sinaloa (del nivel del mar a 1 000 m), entre otros factores como la ubicación en las zonas subtropical e intertropical, ha originado que gran parte de su territorio presente altas temperaturas; mientras que el resto, con mayor altura sobre el nivel del mar, muestra temperaturas menos altas. Este elemento del clima (la temperatura) en relación con la precipitación, que va de menos de 300 a más de 1 500 mm, ha dado lugar a la presencia de climas: *cálido* subhúmedo con lluvias en verano, *semiseco* muy cálido y cálido, *seco* muy cálido y cálido, *semicálido* subhúmedo con lluvias en verano, *muy seco* muy cálido y cálido, *templado* subhúmedo con lluvias en verano y *seco* semicálido; citados en orden según la extensión que abarcan.

El clima cálido subhúmedo con lluvias en verano se distribuye en forma de una franja orientada más o menos noroeste-sureste, que va de las inmediaciones de la cabecera municipal de Choix a Mazatlán y el límite con Nayarit; éste clima comprende alrededor de 36% de la entidad, donde la temperatura media anual va de 22° a 26°C, aunque en la zona sur llega a 28°C, la temperatura media del mes más frío es mayor de 18°C y la precipitación total anual varía entre 700 y 1 000 mm.

Al occidente de la zona anterior se localiza el clima semiseco muy cálido y cálido, también a manera de franja, desde el noreste de la población El Fuerte hasta Culiacán de Rosales y el norte de Mazatlán. Esta franja corresponde a cerca de 21% de la superficie estatal; en ella la temperatura media anual que prevalece es de 24° a 26°C, pero en dos zonas reducidas del norte es inferior al primer valor y en el sur de El Fuerte es mayor al segundo; la precipitación total anual varía entre 600 y 800 mm.

Del occidente de El Fuerte a Guasave, Navolato y La Cruz se extiende la faja de clima **seco** muy cálido y cálido, el cual abarca casi 18% de la entidad, presenta temperaturas medias anuales de 22° a 26°C y su precipitación total anual va de menos de 400 a 600 mm.

En terrenos aledaños al límite con Chihuahua, así como de la mitad hacia el sur de las tierras colindantes con Durango, en áreas discontinuas cuya altitud va de 1 000 a 1 200 m y que representan poco más de 11% del Estado, se manifiesta el clima semicálido subhúmedo con lluvias en verano. Este se caracteriza por presentar temperaturas medias anuales mayores a 18°C, la temperatura media del mes más frío varía entre -3° y 18°C y la precipitación total anual, entre 800 y más de 1 500 mm.

La zona más seca, con precipitaciones totales anuales entre 200 y 400 mm y temperaturas medias anuales de 22° a 26°C, está ubicada en los alrededores de la cabecera municipal Los Mochis, abarca aproximadamente 10% del territorio sinaloense y pertenece al clima muy seco muy cálido y cálido.

El clima templado subhúmedo con lluvias en verano comprende áreas cuya altitud es mayor de 1 200 m, se distribuye hacia el lado oriental, en unidades separadas que suman algo más de 4% del Estado. Dichas unidades tienen temperaturas medias anuales que varían de 12° a 18°C, la temperatura media del mes más frío se encuentra entre -3° y 18°C, y la precipitación total anual va de 800 a más de 1 500 mm.

Al poniente de la población El Fuerte está ubicada la pequeña área (apenas 0.14%) de clima seco semicálido, que por su tamaño no se muestra en el mapa; ésta presenta temperaturas medias anuales entre 18° y 22°C y su precipitación total anual se encuentra alrededor de 500 mm.

#### **2.2.4.2 Clima municipal**

A continuación se describen los climas de cada uno de los municipios que conforman el área de liberación para la cual se solicita permiso en el presente documento.

##### **2.2.4.2.1 Ahome<sup>21</sup>**

Predomina el clima seco cálido apenas modificado por precipitaciones pluviales. Estudios establecieron una temperatura media anual de 33°C. Los últimos 28 años registran una temperatura mínima de 5°C y una máxima de 43°C, siendo los meses más calurosos de julio a octubre y las temperaturas más bajas registradas de noviembre a febrero. En el periodo de referencia la precipitación pluvial promedió 302.2 milímetros anuales, siendo los meses más lluviosos de julio a octubre. Los vientos dominantes de la región se orientan en dirección sudoeste con una velocidad aproximada de 1 metro por segundo. Existe una humedad relativa promedio del 65 al 75%.

##### **2.2.4.2.2 El Fuerte<sup>22</sup>**

El municipio El Fuerte cuenta en su territorio con una gran variedad de climas. En su extremo oriental es cálido subhúmedo con lluvias en verano; en su parte norte-centro presenta un clima semicálido; en su zona centro sur es seco-cálido; en sus extremos sur y oeste es muy seco-cálido, y en su parte noroeste junto al Estado de Sonora es seco-semicálido. El periodo de lluvias es de julio a octubre y la precipitación pluvial media es de 564 mm anuales. La temperatura promedio anual es de 25°C, con máximas de 46°C en verano y mínimas de 4°C. Los meses más calurosos son de mayo a septiembre. Los vientos dominantes se orientan hacia el suroeste a una velocidad promedio de dos metros por segundo.

##### **2.2.4.2.3 Sinaloa<sup>23</sup>**

El clima es tropical lluvioso, seco estepario muy cálido y frío semiseco (Tabla 3). La temperatura media anual es de 24°C con una máxima de 44°C y una mínima de 0.5°C; la

---

<sup>21</sup> Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. 2005. Enciclopedia de los Municipios de México, Sinaloa . Ahome. <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM25sinaloa/index.html>

<sup>22</sup> Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. E-local. <http://www.e-local.gob.mx/wb/ELOCALNew/municipios>

<sup>23</sup> H. Ayuntamiento de Sinaloa, Municipio. <http://www.sinaloamunicipio.gob.mx>

precipitación pluvial promedio es de 608 mm; los vientos dominantes fluyen en dirección suroeste con velocidad de dos metros por segundo.

**Tabla 3. Tipos de clima y su distribución en el municipio de Sinaloa, Sinaloa.**

Tipo	% de la superficie municipal
Cálido, subhúmedo, con lluvias en verano	37.59
Semicálido, subhúmedo con lluvias en verano	8.68
Templado, subhúmedo con lluvias en verano	3.70
Semiseco, muy cálido y cálido	27.24
Seco muy cálido, cálido	11.85

#### 2.2.4.2.4 Guasave<sup>24</sup>

Por su ubicación geográfica, en el municipio de Guasave prevalecen tres tipos de climas (Tabla 4): 1) el muy seco muy cálido y cálido que comprende las sindicaturas de Juan José Ríos, Adolfo Ruiz Cortines, Lic. Benito Juárez, Tamazula, La Brecha y aproximadamente un 60 por ciento de la Sindicatura Central; 2) el seco muy cálido y cálido que predomina en las sindicaturas de La Trinidad, Nío, El Burrión, San Rafael y aproximadamente un 40 por ciento de la Sindicatura Central; y por último, 3) el semiseco muy cálido y cálido que predomina en las sindicaturas de León Fonseca y Bamoa.

La temperatura ha acusado los siguiente registros: la media registró 25.1°C, la máxima 43.0°C, y la mínima 3.0°C. La estación climatológica "El Nudo" determinó de 1960 a 1982 una temperatura media anual de 24.3°C; una máxima de 45.0°C y una mínima de -1.0°C. Los meses más calurosos abarcan de junio a octubre y los más fríos de noviembre a marzo.

El municipio percibe una precipitación pluvial anual media de 392.8 milímetros, con una máxima de 760.3 y una mínima de 231.1 milímetros.

Los vientos predominantes son en dirección suroeste, y llegan a alcanzar velocidades de hasta 2 metros por segundo.

**Tabla 4. Tipos de clima y su distribución en el municipio de Guasave, Sinaloa<sup>25</sup>.**

Tipo o subtipo	Símbolo	% de la superficie municipal
Semiseco muy cálido y cálido	BS1(h') BS(h')	3.55
Seco muy cálido y cálido	BW(h')	47.21
Muy seco muy cálido y cálido		49.24

<sup>24</sup> H. Ayuntamiento de Guasave, Sinaloa. <http://www.guasave.gob.mx/sitio/index.php/>

<sup>25</sup> CGSNEGI, 1:1000 000.

#### 2.2.4.2.5 Salvador Alvarado<sup>26</sup>

En el municipio predominan dos tipos de clima. En la parte oriental clima tropical lluvioso, y el resto de la región tiene clima seco estepario con lluvias en verano. Se registra una temperatura promedio anual de 24.4°C, con una máxima de 44°C y una mínima de 0.0°C. Se determina una precipitación pluvial media de 545.0 milímetros, una máxima de 846.7 milímetros y una mínima de 315.4 milímetros.

#### 2.2.4.2.6 Angostura<sup>27</sup>

El clima imperante en el municipio es semiseco, con lluvias en los meses de julio a septiembre y escasa precipitación durante el resto del año. La temperatura media anual es de 24°C con máxima de 41°C y mínima de 2°C; la precipitación pluvial promedio anual es de 550 milímetros. Los vientos dominantes se desplazan en dirección noroeste a una velocidad aproximada de dos metros por segundo. Esta región es susceptible de perturbaciones tropicales.

#### 2.2.4.2.7 Mocorito<sup>28</sup>

El municipio de Mocorito presenta dos tipos de climas: uno templado-cálido, lluvioso de sabana con temporada de sequía bien marcada; este clima es representativo de los valles, zonas bajas de planicie y lomeríos, y en las últimas faldas de las zonas serranas. El otro tipo de clima es templado frío; Se presenta en las zonas serranas del municipio que tienen elevaciones considerables y muy variables sobre el nivel del mar.

La estación climatológica "Mocorito" localizada a los 107° 55'00" de longitud oeste y los 25° 28'30" de latitud norte observó en el periodo de 1940-1990 una temperatura media anual de 24.2°C, una máxima de 44°C y una mínima de 0.5°C; en este mismo periodo de observación la precipitación media resultante fue de 697.1 milímetros, una máxima de 1 mil 101.2 milímetros y una mínima de 523.5 milímetros. Los vientos dominantes se desplazan en dirección suroeste, desarrollando una velocidad de un metro por segundo.

#### 2.2.4.2.8 Navolato<sup>29</sup>

En Navolato predomina un clima seco cálido con lluvias en verano y escasas a lo largo del año. El registro de las normales climatológicas indican que la temperatura media anual es de 24°C, la precipitación total anual oscila de los 433.5 a los 511.6 milímetros.

#### 2.2.4.2.9 Culiacán<sup>30</sup>

El municipio tiene una temperatura media anual de 24°C, con una mínima de 2°C, con una precipitación pluvial promedio de 658 milímetros, el clima es húmedo y caliente en verano, mientras que en invierno la temperatura es agradable, con escasas precipitaciones, los vientos

---

<sup>26</sup> H. Ayuntamiento de Salvador Alvarado, Sinaloa. <http://www.salvadoralvarado.gob.mx>

<sup>27</sup> Municipios de México. <http://www.municipios.mx>

<sup>28</sup> *Ídem.*

<sup>29</sup> *Ídem.*

<sup>30</sup> Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. 2005. Enciclopedia de los Municipios de México, Sinaloa . Culiacán. <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM25sinaloa/index.html>

dominantes se desplazan en dirección noroeste, desarrollando una velocidad aproximada de dos metros por segundo. En la tabla 5 se muestran los datos meteorológicos del municipio.

**Tabla 5. Datos meteorológicos en el municipio de Culiacán, Sinaloa<sup>31</sup>.**

pp. precipitación total (mm); T. máx. temperatura máxima (°C); T. mín. temperatura mínima (°C); T. med. temperatura media (°C), VV máx. velocidad del viento máxima (km/h); DVV dirección de la velocidad máxima del viento (° Azimut), VV velocidad promedio del viento (km/h); DV dirección promedio del viento (° Azimut); HR humedad relativa (%); ET evapotranspiración de referencia (mm); EP evaporación potencial (mm). +Acumulado \*Promedios.

Datos meteorológicos en el Culiacán, Sinaloa											
Nombre Municipio							Base Culiacán				
Latitud							24° 44' 1"				
Longitud							107° 27' 16"				
Mes	pp	T. máx.	T. mín.	T. med.	VV máx.	DVV máx.	VV	DV	HR	ET	EP
Ene.	0.4	28.65	13.42	19.92	7.3	323.1(NO)	0.6	235.67(SO)	67.58	80.8	79.8
Feb.	0.2	29.95	12.33	20.08	6.2	269.1(O)	0.82	187.63(S)	64.93	91.3	83.82
Mar.	1.6	30.29	15.23	22.02	8.3	240.2(SO)	1.13	84.26(E)	65.66	129	98.74
Abr.	0.6	33.95	15.67	23.69	7.8	245.8(SO)	0.87	31.7(NE)	61.79	109.3	96.73
May.	0	38.33	20.92	28.37	0.6	308.1(NO)	0	175.61(S)	58.95	83.2	85.79
Jun.	30.6	39.55	24.13	30.47	0.5	13(N)	0	273.64(O)	60.08	66.8	75.48
Jul.	95.4	40.9	25.71	31.59	0.8	311.8(NO)	0.01	189.72(S)	66.35	109.5	83.56
Ago.	252.6	37.93	24.18	29.91	25.3	14(N)	0.88	172.43(S)	74.82	109.2	75.78
Sep.	91.4	35.18	24.31	29.21	21.5	46.7(NE)	2.46	211.22(SO)	73.41	143.2	88.13
Oct.	120.8	32.63	21.35	26.23	72.3	40.2(NE)	8.04	212.38(SO)	75.3	133	101.21
Nov.	26.8	31.72	16.33	23.26	15.1	188.2(S)	2.3	288.36(O)	69.86	113.3	88.44
Dic.	7.8	27.67	10.74	18.33	17.9	206(SO)	2.25	177.34(S)	68.94	93.9	89.66
Totales	628.2+	33.9*	18.69*	25.26*	--	--	1.61*	218.62(SO)*	67.31*	1262.5+	1047.14+

## 2.2.5 Hidrografía<sup>32</sup>

A continuación se describe la hidrografía de cada uno de los municipios que conforman el área de liberación para la cual se solicita permiso en el presente documento.

### 2.2.5.1 Ahome<sup>33</sup>

El río Fuerte es uno de los más importantes recursos hidrológicos de la vertiente del Pacífico Norte; su origen se localiza en la Sierra Tarahumara y penetra al municipio por su parte oriental recorriéndolo de noroeste a sudoeste, desde San Miguel Zapotitlán pasando por Higuera de Zaragoza para desembocar en el Golfo de California. Su área de cuenca, estimada por la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, es de 33 mil 590 kilómetros cuadrados y escurre un volumen de agua promedio de 4,838 millones de metros cúbicos.

<sup>31</sup> <http://148.235.104.228/redclima/clima/historicos.aspx>

<sup>32</sup> Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. E-local. <http://www.e-local.gob.mx/wb/ELOCALNew/municipios>

<sup>33</sup> Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. Enciclopedia de los Municipios de México, Sinaloa. Ahome <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM25sinaloa/index.html>

### 2.2.5.2 El Fuerte

El principal recurso hidrológico con que cuenta el municipio es el río Fuerte, con sus 670 kilómetros de longitud, nace en el Estado de Chihuahua y desemboca en el golfo de California, recibiendo en sus recorridos las aguas de los arroyos de Álamos, San Felipe, Sibajahui, Batopilas, Urique, Septentrión, Chinipas, Chinobampo y Baymena, aunados al caudal del río Choix. Sus aguas son controladas por la presa Miguel Hidalgo, que abarca parte de los municipios del El Fuerte y Choix, además de la presa Josefa Ortiz de Domínguez.

### 2.2.5.3 Sinaloa

Dentro de las corrientes hidrológicas más importantes del municipio se encuentra el río Sinaloa que es el único que atraviesa el municipio y tiene su nacimiento en Guadalupe y Calvo, dentro del Estado de Chihuahua; penetra al Estado de Sinaloa por el extremo nororiental del municipio y sigue su recorrido por la región, cruzando en su parte final el municipio de Guasave, para desembocar finalmente en el Golfo de California.

Las corrientes de importancia del Río Sinaloa son los arroyos de Cabrera (Presas: Ing. Guillermo Blake Aguilar y Lic. Gustavo Díaz Ordaz) y Cabrera. Otros arroyos de menor importancia son: Yecorato, Santa, Magdalena, La Vainilla, San Rafael, Chorongüi, La Joya y San José de Gracia (Tabla 6).

**Tabla 6. Corrientes superficiales en el municipio de Sinaloa.**

Cuenca	Subcuenca	% de la superficie municipal
Río Mocerito	A. Mesquitillo	13.99
	Bahía Santa María	2.82
Río Sinaloa	Río Sinaloa	18.77
Bahía Lechuguilla	A. Ocoroni	4.10
Ohuira Navachiste	A. Cabrera	2.30
	Bahía Navachiste	38.82
	Bahía Ohuira	19.20

### 2.2.5.4 Guasave

La corriente superficial más importante en el municipio es el río Sinaloa o Petatlán, que se forma en el suroeste del Estado de Chihuahua con la confluencia de los arroyos de Nahirora y Besanopa. Se adentra en el Estado a través del municipio de Sinaloa, donde recibe afluentes de los arroyos de Magdalena, San José de Gracia y Bacubirito. Ya dentro de Guasave, el río Sinaloa recibe las afluentes de los arroyos de Ocoroni y de Cabrera. La cuenca de captación de este río, es de 8 mil 179 kilómetros cuadrados, poseyendo un escurrimiento medio anual de 1 mil 239 millones de metros cúbicos. El río Sinaloa se adentra 70 kilómetros (17 % de su longitud total) en la superficie municipal. En la ribera de su trayecto se encuentran las poblaciones de Bamoa, Cruz Blanca, Pueblo Viejo, la ciudad Guasave, Tamazula y La Brecha, para verter sus aguas al Golfo de California en la comunidad de Boca del Río a un kilómetro de Las Juntas, sindicatura de La Brecha. En el municipio también fluyen los arroyos de El Mesquitillo y San

Rafael. Además, encontramos dos importantes cuerpos de agua: las lagunas de Huyaqui y Chamicari, y los esteros La Presa y Cohui.

#### **2.2.5.5 Salvador Alvarado**

La principal corriente que cruza el municipio de Salvador Alvarado es el río Mocerito, que nace en la sierra de las Palmas y termina en Playa Colorada en el municipio de Angostura. El río Mocerito en su recorrido por el municipio recibe en su cauce las aguas de los arroyos de la Ciénaga, Palmar de los Leal, Del Valle, La Huerta y Comanito. Recorre desde su nacimiento hasta la desembocadura 108 kilómetros. En los límites con el municipio de Mocerito se alcanza la presa Eustaquio Buelna. En los márgenes de este río en su paso por Salvador Alvarado, se encuentran las localidades del Barrio de los Pinedo, El Sabino, La Cebolla, Guamúchil, Las Golondrinas, La Vizcaya y El Salitre. Sobre su cauce se encuentra la estación hidrométrica de Guamúchil y su área de la cuenca a la estación es de 1 mil 645 kilómetros cuadrados. El escurrimiento promedio anual de dicho río es de 134 millones de metros cúbicos.

#### **2.2.5.6 Angostura**

Por la parte norte del municipio penetra el río Mocerito que recorre 19.1 kilómetros, y descarga sus aguas en el Golfo de California. Sus principales afluentes en el municipio son los arroyos El Tabayal, El Piajal, El Álamo y Acatita.

#### **2.2.5.7 Mocerito**

El río Mocerito que nace en este municipio y desemboca en el Golfo de California, se forma con los escurrimientos de la sierras de Surutato, Baragua, Capirato y Parras. En su recorrido el río Mocerito recibe aportaciones de los arroyos La Ciénaga, Palmar de los Leal, Del Valle, La Huerta, Comanito, y Capirato, que forman la laguna de Vitaruto. Anualmente el río Mocerito arrastra aproximadamente 134 millones de metros cúbicos, con un máximo de 457 millones y un mínimo de 41 millones de metros cúbicos. El arroyo de Pericos, es una corriente hidrológica intermitente que se localiza al norte del río Culiacán, y al sur del río Mocerito, su formación se debe a la convergencia de los caudales del arroyo del Pilar y la Vainilla, su cuenca de captación abarca 695 kilómetros cuadrados. Otra corriente intermitente es el arroyo de Rancho Viejo que nace en la sierra de Capirato y desemboca en el arroyo de Pericos, adelante de la laguna de Caimanero a la altura de la estación del mismo nombre, y se forma con la aportación de los escurrimientos de los arroyos de Apoma y los Mezquites.

#### **2.2.5.9 Navolato**

El río Culiacán es la principal corriente hidrológica que atraviesa el municipio de Navolato; dicho escurrimiento se forma con la confluencia de los ríos Humaya y Tamazula en la ciudad de Culiacán; penetra el municipio por el este de la altura de San Pedro dirigiéndose hacia el oeste, hasta llegar a la altura de la ciudad de Navolato, de donde se dirige al sur, inclinándose al suroeste, para desaguar en el Golfo de California, frente a la península de Lucernilla en la ensenada del Pabellón. Tiene una longitud de su nacimiento a la desembocadura de 72 kilómetros, su área de cuenca es de 17,195 kilómetros cuadrados y su escurrimiento medio anual es de 3 mil 276.2 millones de metros cúbicos en el año.

### 2.2.5.10 Culiacán

El municipio de Culiacán es atravesado por cuatro corrientes hidrológicas: los ríos Humaya, Tamazula, Culiacán y San Lorenzo; el Humaya tiene su origen en el Estado de Durango, entrando a Sinaloa por el municipio de Badiraguato, sus aguas son controladas por la presa Licenciado Adolfo López Mateos. El río Tamazula nace en la Sierra Madre Occidental en las cercanías del valle de Topia, su corriente es controlada por la presa Sanalona; los ríos Humaya y Tamazula se unen frente a la ciudad de Culiacán para formar el río Culiacán, que finalmente desemboca en el Golfo de California; el río San Lorenzo nace en la Sierra Madre Occidental dentro del Estado de Durango, se interna a Sinaloa a través del municipio de Cosalá y desemboca en el Golfo de California.

### 2.2.6 Distritos de Riego

México cuenta con una superficie total abierta al riego de aproximadamente 6.5 millones de hectáreas, de las cuales 3.5 millones corresponden a los 85 distritos de riego y 3 millones de hectáreas se ubican en las más de 39 mil unidades de riego<sup>34</sup>.

*Los distritos de riego son obras hidráulicas efectuadas en su mayor parte por el Gobierno Federal para garantizar la disponibilidad del agua en una operación agrícola. El agua es asignada por las autoridades federales. Los usuarios son, por lo general, agricultores medianos y grandes, con cierto poder organizativo<sup>35</sup>.*

Entendiéndose el término distrito de riego como *aquella área geográfica establecido mediante el decreto presidencial, el cual está conformado por una o varias superficies previamente delimitadas y dentro de cuyo perímetro se ubica la zona de riego, el cual cuenta con las obras de infraestructura hidráulica, aguas superficiales y del subsuelo, así como sus vasos de almacenamiento, su zona federal, de protección y demás bienes y obras conexas, pudiendo establecerse también con una o varias unidades de riego<sup>36</sup>*, en el estado de Sinaloa existen nueve<sup>37</sup> distritos de riego (Tabla 7), que suman una superficie de 725,218 miles de hectáreas.

**Tabla 7. Superficie total en Distritos de Riego en el estado de Sinaloa (años: 1995, 2000 y 2005)<sup>38 39</sup>.**

Distrito de Riego	Superficie total en Distritos de Riego (hectáreas)				
	1995	2000	2005	2006	2007
010 Culiacán Humaya	272 807	267 272	201 153		
063 Guasave	102 573	108 865	109 112		
074 Mocorito	41 634	43 440	43 465		
075 Río Fuerte	247 344	228 307	211 162		

<sup>34</sup> Quinto Informe de Gobierno. 2011. [http://quinto.informe.gob.mx/archivos/informe\\_de\\_gobierno/pdf/2\\_13.pdf](http://quinto.informe.gob.mx/archivos/informe_de_gobierno/pdf/2_13.pdf)

<sup>35</sup> Sosa-Ortiz, 2010.

<http://historia.uasnet.mx/maestria/archivos/tesis/12/tesis%20el%20agua%20en%20sinaloa%201940-1960.%20creacion%20de%20la%20infraestr.pdf>

<sup>36</sup> Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados.

<sup>37</sup> SEMARNAT. 2010. Estadísticas de los Distritos de Riego 2007.

[http://aplicaciones.semarnat.gob.mx/estadisticas/compendio2010/archivos/02\\_agrigan/d2\\_agrigan01\\_03.pdf](http://aplicaciones.semarnat.gob.mx/estadisticas/compendio2010/archivos/02_agrigan/d2_agrigan01_03.pdf)

<sup>38</sup> Sexto Informe de Gobierno. 2006. <http://pnd.fox.presidencia.gob.mx/pdf/2006/M471-571.pdf>

<sup>39</sup> Segundo Informe de Gobierno. 2008. <http://www.aarfs.com.mx/descargas/unidadesderiego.pdf>

076 Valle del Carrizo	43 259	48 013	47 857		
108 Elota-Piactla	17 567	21 428	25 011		
109 Río San Lorenzo			69 868		
111 Presidio			8 188		
Zona de riego Fuerte-Mayo	7 354	8 162	8 139		
Total Superficie (miles de ha)	732 538	725 487	735 442	735 442	735 442 - 752 218

### 2.2.7 Producción agrícola de la región

En el estado de Sinaloa existe una gran actividad agrícola. Los principales cultivos se enlistan en la tabla 8.

**Tabla 8. Principales cultivos en el Estado de Sinaloa<sup>40</sup>.**

Sólo se mencionan algunas especies útiles.

Concepto		
Nombre científico	Nombre local	Utilidad
<b>Agricultura</b>		
<i>Zea mays</i> (34.75 % de la superficie estatal)	Maíz	Comestible
<i>Sorghum bicolor</i>	Sorgo	Forraje
<i>Phaseolus vulgaris</i>	Frijol	Comestible
<i>Glycine max</i>	Soya	Comestible
<i>Triticum aestivum</i>	Trigo	Comestible
<b>Pastizal</b>		
<i>Cenchrus ciliaris</i> (0.32 % de la superficie estatal)	Buffel	Forraje
<b>Selva</b>		
<i>Acacia cymbispina</i> (40.09 % de la superficie estatal)	Guinolo	Forraje
<i>Lysiloma divaricata</i>	Mauto	Forraje
<i>Bursera simaruba</i>	Palo colorado	Otros
<b>Bosque</b>		
<i>Pinus engelmannii</i> (14.71 % de la superficie estatal)	Pino real	Maderable
<i>Pinus durangensis</i>	Pino colorado	Maderable
<i>Pinus leiophylla</i>	Pino prieto	Maderable
<i>Quercus xalapensis</i>	Madronio	Leña
<b>Matorral</b>		
<i>Stenocereus thurberi</i> (2.77 % de la superficie estatal)	Pitahaya	Comestible
<i>Olneya tesota</i>	Palo fierro	Artesanal
<i>Guaiacum coulteri</i>	Guayacán	Medicinal
<i>Cercidium praecox</i>	Palo brea	Medicinal
<b>Otro</b>		

<sup>40</sup> INEGI. Carta de Uso del Suelo y Vegetación, 1:250, 000; INEGI. Carta de Uso del Suelo y Vegetación, 1:1, 000, 000; INEGI, Aspectos Geográficos de Sinaloa. [http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/estados/sin/agr\\_veget.cfm?c=1215&e=25&CFID=1058218&CFTOKEN=58420999](http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/estados/sin/agr_veget.cfm?c=1215&e=25&CFID=1058218&CFTOKEN=58420999)

<i>Rhizophora mangle</i> (7.36 % de la superficie estatal)	Mangle rojo	Comestible
<i>Allenrolfea occidentalis</i>	Chamizo	Forraje
<i>Atriplex confertifolia</i>	Chamizo	Forraje

### 2.2.7.1 Estadísticas de producción del cultivo de maíz convencional a escala municipal.

A continuación (Tabla 9) se presentan las estadísticas de producción de cultivo de maíz municipal en los municipios de Ahome, El Fuerte, Sinaloa, Guasave, Salvador Alvarado, Angostura, Mocorito, Navolato y Culiacán.

**Tabla 9. Producción de maíz en zonas de riego en el estado de Sinaloa<sup>41</sup>.**

Ciclo: Año Agrícola OI+PV 2009; Modalidad: Riego + Temporal. | Superficie (sup.), superficie con siniestro (sup. siniestr.), rendimiento (Rend.), precio medio rural (PMR).

Ubicación	Sup. Sembrada (Ha)	Sup. Cosechada (Ha)	Sup. Siniestr. (Ha)	Producción (Ton)	Rend. (Ton/Ha)	PMR (\$/Ton)	Valor Producción (Miles de Pesos)
<b>Ahome</b>	102,349.00	102,349.00	0.00	996,026.00	9.73	2,689.58	2,678,887.10
<b>Angostura</b>	44,457.00	44,457.00	0.00	432,325.40	9.72	2,754.22	1,190,717.68
<b>El Fuerte</b>	13,482.00	13,357.00	125.00	131,419.00	9.84	2,651.72	348,486.60
<b>Culiacán</b>	27,189.00	27,169.00	20.00	350,456.05	12.90	2,679.73	939,127.71
<b>Culiacán</b>	69,321.00	62,116.00	7,205.00	665,921.00	10.72	2,698.93	1,797,273.90
<b>Guasave</b>	4,008.00	4,006.00	2.00	34,251.30	8.55	2,750.00	94,191.08
<b>Guasave</b>	33,066.00	33,066.00	0.00	358,215.00	10.83	2,676.42	958,733.60
<b>Guasave</b>	80,447.84	80,447.84	0.00	765,726.41	9.52	2,650.00	2,029,174.99
<b>Mocorito</b>	6,584.00	6,584.00	0.00	51,660.80	7.85	2,733.87	141,233.78
<b>Mocorito</b>	14,464.00	12,426.00	2,038.00	117,702.00	9.47	2,701.67	317,991.60
<b>Navolato</b>	1,033.00	1,033.00	0.00	10,639.90	10.30	2,750.00	29,259.72
<b>Navolato</b>	66,426.00	66,426.00	0.00	760,180.00	11.44	2,694.35	2,048,189.30
<b>Salvador Alvarado</b>	8,007.00	7,931.00	76.00	67,968.30	8.57	2,746.87	186,699.82
<b>Sinaloa</b>	5,862.00	5,862.00	0.00	67,136.00	11.45	2,698.42	181,161.40
<b>Sinaloa</b>	32,090.08	29,789.08	2,301.00	209,272.74	7.02	2,635.78	551,597.09

### 2.2.3 Plano de ubicación señalando las principales vías de comunicación

El estado de Sinaloa cuenta con suficientes vías de comunicación, tanto terrestres como aéreas, que lo conectan internamente y con el resto del país<sup>42</sup>.

<sup>41</sup> Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. <http://www.siap.gob.mx>

<sup>42</sup> Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. <http://www.inegi.org.mx/default.aspx>

### 2.2.3.1 Ahome<sup>43</sup>

El municipio de Ahome cuenta con una red de caminos estimada en 3 mil kilómetros, de los cuales 348 están pavimentados, 1 mil 843 están revestidos y 864 son de terracería, lo que permite la fluidez y seguridad del tráfico vehicular. La comunicación carretera de norte a sur es de cuatro carriles. Los tramos más importantes son la autopista Los Mochis-Topolobampo, Los Mochis-San Blas, Los Mochis-Ahome-Cohuibampo, Ahome-El Carrizo y Ahome-Higuera de Zaragoza. Un total de 25 mil 131 vuelos nacionales e internacionales son cubiertos por el Aeropuerto Internacional y doce aeródromos. Se cuenta también con el ferrocarril Chihuahua-Pacífico como importante medio de comunicación y transporte; desde el puerto de Topolobampo se realiza una importante movilización de buques, barcos, transbordadores, etc. que por el mar de Cortés se llega a numerosas regiones.

### 2.2.3.2 El Fuerte

Al municipio se puede llegar por carretera, ferrocarril o avioneta. Sobresale por su importancia la carretera federal número 23 Los Mochis-El Fuerte-Choix. Contando además con comunicación regional a través de carreteras y caminos pavimentados, revestidos y de terracería. En lo que respecta al ferrocarril, el servicio que presta reviste destacada importancia en la región debido a los atractivos turísticos de la zona. El servicio es proporcionado por las empresas: Ferrocarril del Pacífico y Ferrocarril Chihuahua-Pacífico; ambas empresas cuentan con estaciones en el territorio municipal. Existe un aeropuerto que cumple funciones comerciales y turísticas, localizado en la Ciudad de El Fuerte y una aeropista en el poblado de Mahone para el aterrizaje de avionetas tipo *cessna* y *pipper*.

### 2.2.3.3 Sinaloa

Se cuenta con una importante red de caminos de terracería, 62 kilómetros pavimentados, además cuenta con dos estaciones de ferrocarriles, en Estación Naranjo y Ceferino Paredes. Existe aeródromo en Bacubirito, Ocoroni y San José de Gracia, una central camionera en Sinaloa de Leyva, servicio de fax y casetas de larga distancia en la mayoría de las comunidades.

### 2.2.3.4 Guasave

Guasave, es uno de los municipios del estado mejor comunicado, porque cuenta con una infraestructura y red caminera muy completa. Esto se debe a que la topografía del valle es sumamente plana, permitiendo que la construcción de la red caminera sea menos costosa. El inventario de caminos pavimentados en el municipio, hacen una longitud total de 360.8 kilómetros lineales, así mismo, cuenta con 283.6 km lineales de caminos revestidos y 611.0 km lineales en obras de terracería, haciendo esto un total de 1 mil 255.4 kilómetros lineales el inventario de carretera y caminos vecinales, que intercomunican todas las comunidades del municipio con la cabecera municipal y otros puntos del estado.

---

<sup>43</sup> Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. 2005. Enciclopedia de los Municipios de México, Sinaloa. Ahome <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM25sinaloa/index.html>

Una de las principales vías de comunicación del municipio es la supercarretera Internacional de cuatro carriles México 15, que actualmente, en su tramo Guasave-Los Mochis (60 kilómetros) está siendo revestida en su totalidad. Dicha carretera atraviesa de Norte a Sur el municipio, con una longitud aproximada de 73 kilómetros (Las Brisas-Juan José Ríos). En relación al sistema ferroviario, existen 6 estaciones ferroviarias: León Fonseca, Estación Bamoa, Zopilote, Estación Capomas, Toruno y el ramal Naranja-Guasave cuya terminal se encuentra en la zona industrial de la Cabecera Municipal. El municipio cuenta con un aeródromo localizado en el predio Camagüey a 15 kilómetros de la ciudad de Guasave, ofrece una pista pavimentada, con una longitud aproximada de 2 kilómetros. De igual forma, se localizan en el municipio de Guasave 15 aeropistas tipo rural.

#### **2.2.3.5 Salvador Alvarado**

Salvador Alvarado es uno de los 7 municipios que cuentan con una estación radiodifusora. La empresa comercial establecida en la cabecera del municipio, es una de las 35 con que cuenta el estado. Se identifica con las siglas XEJL, su frecuencia es de 1,300 kHz y una potencia de 1000 watts. El periodismo en el municipio, es una actividad que llevan a cabo tres empresas editoriales que emiten un traje promedio de 1 mil 800 ejemplares diarios. La circulación de los tres periódicos en el municipio son El Debate de Guamúchil, El Sol y El Noroeste. En la ciudad de Guamúchil a partir de 1989 se incorporó al moderno sistema de imagen por Cable, concesionado a particulares por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes; por este medio se transmiten cinco canales de televisión de la unión americana y tres de la ciudad de México que son captados por satélite.

En el transporte se encuentran registrados, al 31 de diciembre de 1996, un total de 3 mil 560 automóviles, de los cuales 3 mil 431 unidades son de servicios particular y 113 de servicio público. Los vehículos de servicio público se subdividen en pasaje y carga. Existen en el municipio 120 camiones de pasajeros de los cuales 103 son de alquiler y 17 particulares. Existen además 5 mil 049 camiones de carga. El servicio postal se ha adecuado a las necesidades de la población mediante reformas en la clasificación administrativa de las oficinas y ampliación del número de las mismas. Este servicio se proporciona a través de una administración, 2 agencias, 6 expendios y 4 rutas terrestres; las localidades beneficiadas con este medio de comunicación son Guamúchil, San Joaquín y Villa Benito Juárez. Con el teléfono se benefician a 2 poblados y más de 60 mil personas.

#### **2.2.3.6 Angostura**

Tiene la quinta red de caminos más amplia del estado, con 1,068 kilómetros de longitud, sin embargo, el mayor kilometraje es para caminos revestidos, pues estos alcanzan los 524 kilómetros, mientras que los pavimentados y terracería desarrollan 139 y 405 kilómetros, respectivamente. También forma parte de la ruta Ferrocarriles de México, al recorrer su territorio en 38 kilómetros y dispone de estaciones en Acatita y Palos Blancos. Cuenta con seis aeropistas destinadas a labores de fumigación agrícola.

### **2.2.3.7 Mocorito**

Ocho comunidades del municipio están incorporadas al servicio postal por conducto de tres administraciones y once agencias. En el transporte, Mocorito registra, al 31 de diciembre de 1996, un total de 1 mil 263 automóviles, 22 camiones de pasajeros y 3 mil 063 camiones de carga. Telégrafos está presente en tres comunidades con dos administraciones y una agencia telegráfica que presta el servicio. La telefonía llega a 26 comunidades a través de 1 mil 576 líneas, con casetas de larga distancia y lada automática en la Cabecera Municipal, este medio de comunicación es el de mayor cobertura en el municipio. Cuenta con servicio público de transporte urbano y de pasajeros, servicio foráneo y transportación al medio rural. Se distribuyen periódicos y revistas, hay servicio de fax e internet en la Cabecera Municipal.

### **2.2.3.8 Navolato**

En Navolato la principal vía de transportación lo constituye una red caminera de 745.8 kilómetros, de los cuales 258.2 son pavimentados y 350 de terracería. Debe destacarse, la reciente construcción de la autopista Culiacán, Navolato, que incrementó el inventario de caminos pavimentados y la rehabilitación de la carretera Navolato-Altata. Por la longitud de caminos pavimentados, el municipio se ubica en el contexto estatal en el cuarto sitio, siendo superado únicamente por Culiacán, Ahome y Guasave. El Ferrocarril del Pacífico (FERROMEX) ha instalado 51 kilómetros de vía, además de un ramal de vía angosta que une la ciudad de Navolato con la vía principal. Se cuenta con 18 aeropistas y 11 mil 871 metros en pista de aterrizaje que manifiestan capacidad suficiente para satisfacer las necesidades de fumigación de las superficies agrícolas. Es el municipio en donde se encuentra la mayor capacidad de este servicio a nivel estatal, contando con alrededor de 100 aeronaves.

### **2.2.3.9 Culiacán**

Cuenta con una importante red de caminos de terracería, 62 kilómetros pavimentados, además de dos estaciones de ferrocarriles, en Estación Naranja y Ceferino Paredes. Existe aeródromo en Bacubirito, Ocoroni y San José de Gracia, una central camionera en Sinaloa de Leyva, servicio de fax y casetas de larga distancia en la mayoría de las comunidades.

### III. Estudio de los Posibles Riesgos que la Liberación de los OGMs Pudiera Generar al Medio Ambiente y a la Diversidad Biológica a los que se refiere el artículo 42, fracción III, de la Ley.

Para llevar a cabo un estudio de riesgos y concluir sobre la posible magnitud y las estrategias necesarias para contender con los riesgos identificados, es necesario tomar en cuenta toda la información presentada en las fracciones 16 I, II y la requerida por la presente fracción en su totalidad para después poder emitir una conclusión general de dicho estudio, siguiendo así con las convenciones aceptadas sobre la evaluación de riesgos sobre el uso de cultivos GM (Johnson, *et al.*, 2006).

Tomando en cuenta el artículo 61 fracción IV de la LBOGM<sup>44</sup>: “*Deben tener como base mínima los posibles riesgos que se impondrían por la liberación de los organismos hospederos no modificados genéticamente o de los organismos parentales, cuando fueran liberados en ese medio ambiente*”, a continuación presentamos algunas conclusiones sobre los efectos de la agricultura convencional sobre el medio ambiente y la diversidad biológica, salud animal, vegetal y acuícola que deben ser considerados como la base mínima sobre la cual evaluar los posibles riesgos derivados de la liberación de OGM al medio ambiente.

De acuerdo con varios autores, los modelos agrícolas modernos han tenido impactos considerables en la biodiversidad mundial. A una escala global, los efectos negativos más grandes son debidos a la pérdida del hábitat natural por el cambio de uso de suelo. Múltiples cambios en el uso de suelo y en el manejo del suelo agrícola a lo largo del siglo pasado, han resultado en la disminución de la diversidad de flora, invertebrados y aves dentro de los agroecosistemas. La disminución en la diversidad botánica en pastizales y tierras arables en Europa por ejemplo, se debe al cambio a cultivos forrajeros de alto rendimiento y el uso constante y en elevadas concentraciones de insumos agrícolas (Sanvido *et al.*, 2006).

Sin embargo, aún cuando los cultivos GM podrían representar una de las soluciones a reducir dicho deterioro ambiental, la seguridad de los mismos es evaluada generalmente de forma más intensiva comparada con los cultivos generados por mejoramiento convencional. Adicionalmente a las pruebas que se llevan a cabo durante el proceso convencional de selección agronómica, los cultivos GM deben pasar por un proceso riguroso de evaluación,

---

<sup>44</sup> Artículo 61: ARTÍCULO 61.- Para llevar a cabo el estudio y la evaluación del riesgo, se deberán observar los siguientes lineamientos:

- I. Deben realizarse caso por caso de una forma transparente y basada en principios científicos y en el enfoque de precaución, en los términos de esta Ley, tomando en cuenta el asesoramiento de expertos;
- II. Se realizarán en los campos de especialidad relevantes;
- III. La falta de conocimiento o consenso científico no se interpretará necesariamente como indicador de un determinado nivel de riesgo, de ausencia de riesgo, o de la existencia de un riesgo aceptable;
- IV. Deben tener como base mínima los posibles riesgos que se impondrían por la liberación de los organismos hospederos no modificados genéticamente o de los organismos parentales, cuando fueran liberados en ese medio ambiente;
- V. Se deberá considerar el organismo receptor, la modificación genética, incluyendo la construcción genética y el método de inserción, y el ambiente en el que se pretende liberar el OGM, y
- VI. La naturaleza y el nivel de detalle de la información que contengan pueden variar de un caso a otro, dependiendo del OGM de que se trate, su uso previsto y el probable ambiente receptor.

previo a obtener las licencias regulatorias que les permita ingresar al mercado y demostrar en amplias superficies los posibles beneficios ambientales. Los riesgos de los cultivos GM al ambiente, especialmente a la biodiversidad, han sido extensamente evaluados alrededor del mundo durante los diez años de siembras comerciales en algunos países (Sanvido *et al.*, 2006).

Es en este marco conceptual en el que se evalúan los riesgos en la presente solicitud siguiendo además con los requisitos que enlista el RLBOGM.

### **3.1 Estabilidad de la modificación genética del OGM**

De acuerdo a lo mencionado con anterioridad, se ha demostrado que el locus transgénico heredado por el maíz con la tecnología Bt11 x MIR162 x TC1507 x GA21 se mantiene estable a lo largo de varias generaciones, por lo que se espera la estabilidad de los rasgos heredados de las líneas puras Bt11, MIR162, TC1507 y GA21 en el maíz con la tecnología Bt11 x MIR162 x TC1507 x GA21. Además hoy en día, los eventos parentales Bt11, MIR162, TC1507 y GA21 son eventos desregulados y cultivos comerciales en varios mercados internacionales y de los que no se han encontrado evidencia técnica y científica de una posible inestabilidad, por lo que no se esperan posibles riesgos a la diversidad biológica, salud animal, vegetal o acuícola o al medio ambiente por su liberación en fase experimental en México.

### **3.2 Expresión del gen introducido, incluyendo niveles de expresión de la proteína en diversos tejidos, así como los resultados que lo demuestren.**

Dado que el híbrido de maíz con la tecnología Bt11 x MIR162x TC1507 x GA21 se obtuvo por cruzamiento convencional entre líneas portadoras de los eventos Bt11, MIR162, TC1507 y GA21, éste expresa las proteínas transgénicas: Cry1Ab, vip3Aa20, Cry1F, mEPSPS, PAT (de los eventos Bt11 y TC1507), PMI. Para caracterizar el rango de expresión de las proteínas transgénicas antes mencionadas en las plantas de maíz con la tecnología Bt11 x MIR162 x TC1507 x GA21, se determinaron las concentraciones de estas proteínas por análisis ELISA en varios tejidos vegetales y etapas del ciclo de cultivo (hojas, raíces, plantas completas, grano y polen), de plantas que fueron crecidas en una misma localidad al mismo tiempo, así como también en una planta no transgénica *quasi* isogénica usada como control.

### **3.3 Características del fenotipo del OGM**

El evento apilado de maíz Bt11 x MIR162 x TC1507 x GA21 es un cultivar con características combinadas desarrollado por Syngenta a través de técnicas convencionales de cruzamiento utilizadas para combinar los transgenes de los eventos simples Bt11, MIR162, TC1507 y GA21 que producen las proteínas: Cry1Ab, Vip3A20, Cry1F, mEPSPS, PAT y PMI (Tabla 1).

En cuanto a las características fenotípicas de los eventos parentales Bt11, MIR162, TC1507 y GA21, podemos decir que éstas son comparables con los maíces isogénicos, a excepción de los rasgos que se pueden atribuir directamente a la protección que ofrece la expresión de las

proteínas Cry1Ab, Vip3A20, Cry1F, a ciertas plagas de lepidópteros y a la tolerancia que ofrece la expresión de las proteínas mEPSPS, PAT, a glifosato y glufosinato de amonio.

Las tecnologías se incorporan en los híbridos que mejor se adaptan a las condiciones climáticas, hidrográficas, geográficas, de suelo, de siembra, etc., y por lo tanto, las características fenotípicas morfológicas podrían variar en función del material genético usado (híbrido) y no a la modificación genética introducida.

### **3.3.1 Eficacia biológica (bioeficacia) de las proteínas provenientes de los eventos parentales en el híbrido de maíz con combinación de genes**

#### **3.3.1.1 Protección contra el gusano cogollero: *Spodoptera frugiperda***

Se condujo un estudio de eficacia biológica con el fin de confirmar que los transgenes que se integran en el evento apilado de maíz Bt11xMIR162xTC1507xGA21 no alteran significativamente la eficacia de los componentes insecticidas individuales contra el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) (J.E.Smith) (FAW por sus siglas en inglés<sup>45</sup>).

Para evaluar el objetivo antes mencionado, se evaluó la eficacia contra el gusano cogollero del evento apilado Bt11xMIR162xTC1507xGA21, y de los eventos de maíz individuales (parentales) Bt11, MIR162 y TC1507. Un híbrido de maíz libre de modificaciones genéticas fungió como el material control durante el experimento. Los estudios se realizaron durante el 2009 en tres campos experimentales de EE.U.U., los cuales fueron artificialmente infestados.

##### **3.3.1.1.1 Resultados y conclusiones**

El evento apilado de maíz Bt11xMIR162xTC1507xGA21 mostró una excelente capacidad de protección contra el gusano cogollero. Los niveles de protección coinciden con aquellos reportados para el evento parental MIR162, de acuerdo al análisis estadístico que demostró que no existe diferencia significativa en el grado de protección contra el gusano cogollero entre el evento apilado y el evento parental en los tres lugares de cultivo. Los eventos parentales Bt11 y TC1507 demostraron tener la misma capacidad de protección contra el gusano cogollero, pero diferente a la del evento parental MIR162 y el evento apilado Bt11xMIR162xTC1507xGA21. No se observaron efectos sinérgicos.

#### **3.3.1.2 Protección contra el gusano barrenador europeo: *Ostrinia nubilalis***

Se condujo un estudio de eficacia biológica contra el gusano barrenador europeo con el fin de corroborar que la combinación de los transgenes en el evento apilado Bt11xMIR162xTC1507xGA21 no altera la eficacia de los componentes individuales contra el gusano barrenador europeo, *Ostrinia nubilalis*, ECB<sup>46</sup> por sus siglas en inglés.

Para evaluar el objetivo antes mencionado, se evaluó la eficacia contra el gusano barrenador

---

<sup>45</sup> *Fall Armyworm* en inglés.

<sup>46</sup> *European Corn Borer*, por sus siglas en inglés.

europeo del evento apilado Bt11xMIR162xTC1507xGA21, y de los eventos de maíz individuales (parentales) Bt11, MIR162 y TC1507. Un híbrido de maíz libre de modificaciones genéticas fungió como el material control durante el experimento. Los estudios se realizaron durante el 2009 en tres campos experimentales de EE.U.U., los cuales fueron artificialmente infestados.

### **3.3.1.2.1 Resultados y conclusiones**

Todos los híbridos que contenían el evento parental Bt11 o TC1507, incluyendo al evento apilado Bt11xMIR162xTC1507xGA21, demostraron otorgar excelente protección contra la primera generación del gusano barrenador europeo.

No se encontraron diferencias significativas del grado de protección al ataque por gusano cogollero entre los eventos parentales Bt11 y TC1507 en ninguna de las localidades, ni en la combinación de localidades. El análisis estadístico indicó que los niveles de eficacia en contra del gusano barrenador europeo fueron estadísticamente similares entre el evento apilado Bt11xMIR162xTC1507xGA21 y los eventos parentales Bt11 y TC1507.

## **3.4 Identificación de cualquier característica física y fenotípica nueva relacionada con el OGM que pueda tener efectos adversos sobre la diversidad biológica y en el medio ambiente receptor del OGM**

### **3.4.1 Probabilidad de que el OGM se convierta en más persistente que el receptor o las plantas parentales en los hábitat agrícolas o más invasoras en los hábitats naturales.**

El maíz, independientemente de que sea convencional o con tecnología, se produce como cultivo con periodicidad anual y no puede sobrevivir sin la intervención humana (Niebur, 1993). Es incapaz de sobrevivir como maleza o mala hierba debido a su altamente eficaz domesticación (Doebley, 2004).

La estructura de supervivencia es la semilla, que podría dar lugar a plantas voluntarias en el cultivo a escala comercial del maíz, sin embargo, en caso de que se llegasen a presentar rebrotes de maíz, estos podrían ser controlados fácilmente por las prácticas agrícolas habituales, incluyendo el arado y el uso de herbicidas no selectivos y selectivos (manejo integral de herbicidas), por lo que no se observa riesgo alguno, aún si el maíz que llegase a rebrotar tuviera la característica de resistir la aplicación de glifosato o glufosinato.

Asimismo, para el caso de parcelas experimentales tan pequeñas, objeto de este expediente, el riesgo es nulo o casi inexistente dadas las prácticas agronómicas antes mencionadas, y las medidas de monitoreo post-cosecha que la empresa tiene que llevar a cabo con base en sus políticas de cumplimiento y manejo (Stewardship).

En adición a lo anterior, la APHIS y la EPA han concluido que los eventos parentales Bt11<sup>47</sup>, MIR162<sup>48</sup>, TC1507<sup>49</sup>, y GA21<sup>50</sup>, que integran el evento apilado Bt11 x MIR162 x TC1507 x GA21, **“no tienen mayor probabilidad de convertirse en malezas que aquellas plantas de maíz tolerantes a herbicidas o resistentes a insectos cultivadas en la actualidad. El cultivo de maíz no es una maleza, y no existen elementos para creer que la modificación genética le permitiría a la planta de maíz transformar sus características para convertirse en una maleza”**.

**Los estudios de equivalencia agronómica también permitieron concluir que la probabilidad de que el maíz con la tecnología Bt11 x MIR162 x TC1507 x GA21 se convierta en maleza es mínima.**

### 3.4.2 Cualquier ventaja o desventaja que haya adquirido el OGM

El maíz es una especie no invasiva y no sobrevive si no es en condiciones de cultivo. El híbrido de maíz con la tecnología Bt11 x MIR162 x TC1507 x GA21 es comparable al maíz tradicional excepto porque expresa las proteínas Cry1Ab, Vip3A20, Cry1F, mEPSPS, PAT y PMI (Tabla 1).

La protección contra insectos que le otorgan las proteínas insecticidas no puede considerarse como una ventaja selectiva para el maíz, ya que **la supervivencia de la planta de maíz está principalmente limitada por la ausencia de fase de dormancia, la susceptibilidad fúngica y la susceptibilidad a las condiciones climáticas**. Por tanto, igual que para cualquier otro cultivar de maíz, se considera muy improbable que las plantas voluntarias (si se llegaran a presentar) de maíz Bt11 x MIR162 x TC1507 x GA21 puedan sobrevivir durante varias temporadas o puedan establecer poblaciones no deseadas bajo las condiciones medioambientales de la región y sin contar con manejo humano.

La presencia del gen *mepsps* y el uso del glifosato es probable que no provoquen efectos de diversidad botánica adicionales en comparación con otros herbicidas aplicados en forma rutinaria en las prácticas agronómicas convencionales.

<sup>47</sup> USDA/APHIS Environmental Assessment. Petition 95-195-01 for Determination of Nonregulated Status for Bt11 Corn. <http://cera-gmc.org/docs/decdocs/01-290-046.pdf>  
[http://www.aphis.usda.gov/brs/aphisdocs2/95\\_19501p\\_com.pdf](http://www.aphis.usda.gov/brs/aphisdocs2/95_19501p_com.pdf)

<sup>48</sup> EPA. *Bacillus thuringiensis* Vip3Aa20 Insecticidal Protein and the Genetic Material Necessary for Its Production (via Elements of Vector pNOV1300) in Event MIR162 Maize (OECD Unique Identifier: SYN-IR162-4) . <http://cera-gmc.org/docs/decdocs/09-131-023.pdf> , [http://www.aphis.usda.gov/brs/aphisdocs2/07\\_25301p\\_com.pdf](http://www.aphis.usda.gov/brs/aphisdocs2/07_25301p_com.pdf)

<sup>49</sup> USDA/APHIS Decision on Mycogen Seeds c/o Dow AgroSciences LLC and Pioneer Hi-Bred International, Inc. Petition 00-136-01P Seeking a Determination of Nonregulated Status for Bt Cry1F Insect Resistant, Glufosinate Tolerant Corn Line 1507. <http://cera-gmc.org/docs/decdocs/02122001.pdf>  
[http://www.aphis.usda.gov/brs/aphisdocs2/00\\_13601p\\_com.pdf](http://www.aphis.usda.gov/brs/aphisdocs2/00_13601p_com.pdf)

<sup>50</sup>USDA-APHIS Environmental Assessment. Determination of Nonregulated Status for Glyphosate-Tolerant Corn Line GA2. <http://cera-gmc.org/docs/decdocs/01-290-061.pdf>  
[http://www.aphis.usda.gov/brs/aphisdocs2/97\\_09901p\\_com.pdf](http://www.aphis.usda.gov/brs/aphisdocs2/97_09901p_com.pdf)

**El rasgo de tolerancia al herbicida sólo puede considerarse como ventaja selectiva cuando se aplica glifosato** por lo que fuera del ensayo experimental, es prácticamente imposible que dicha ventaja selectiva se presente y represente un riesgo al medio ambiente y a la diversidad biológica, salud animal, vegetal o acuícola.

### **3.5. Declaración sobre la existencia de efectos sobre la diversidad biológica y al medio ambiente que se puedan derivar de la liberación del OGM**

#### **3.5.1 Resultados y conclusiones de la ERA del evento Bt11 x MIR162 x TC1507 x GA21**

Como era esperado, la mortalidad del gusano barrenador expuesto a diferentes concentraciones de las proteínas Cry1Ab y Cry1F mostró una respuesta dependiente de la dosis, incrementándose a medida que el tiempo de exposición lo hacía. Como también era esperado, la exposición a la proteína Vip3Aa20 produjo una tasa de mortalidad baja en la mayoría de los tratamientos. Se observaron tasas de mortalidad baja a a concentraciones altas, sin embargo es poco probable que este resultado se deba a la toxicidad de la proteína Vip3Aa20 hacia el gusano barrenador, por lo que no existieron tendencias en los resultados que estuvieran en relación con la dosis o período de exposición de las proteínas Cry1Ab y Cry1F al gusano barrenador.

Respecto al bioensayo con el gusano cogollero, como era esperado, la mortalidad del gusano cogollero expuesto a diferentes concentraciones de las proteínas Vip3Aa20 y Cry1F mostró una respuesta dependiente de la dosis, incrementándose a medida que el tiempo de exposición lo hacía. Como también era esperado, la exposición a la proteína Cry1Ab produjo una tasa de mortalidad baja en la mayoría de los tratamientos, sin haber evidencia de tendencias en relación a la dosis o períodos de exposición.

No existieron excesos o déficits consistentes de la mortalidad esperada en ninguno de los bioensayos, en ninguno de los tratamientos, y bajo ningún período de tiempo. Por consiguiente, **el bioensayo con el gusano barrenador corroboró la hipótesis de que no existen interacciones sinérgicas o antagónicas entre las proteínas Cry1Ab, Vip3Aa20 y Cr1F expresadas en el evento de maíz Bt11 x MIR162 x TC1507 x GA21.**

Los bioensayos con el gusano barrenador y gusano cogollero corroboraron la hipótesis de que no existe interacción entre las proteínas Cry1Ab, Vip3Aa20 y Cry1F. Los resultados, a su vez, sugieren que los efectos sobre los organismos no blanco de las proteínas expresadas por el cultivo de maíz Bt11 x MIR162 x TC1507 x GA21 pueden ser predichos por los efectos de las proteínas aisladas.

La hipótesis de que los cultivos de los eventos de maíz Bt11, MIR162 y TC1507 no dañarán a organismos no blanco ya ha sido corroborada con anterioridad (US EPA 2001; 2005a; 2009). La conclusión anterior se basa en datos de laboratorio que demuestran la ausencia de efectos

adversos de estas proteínas a organismos indicadores representativos, a concentraciones superiores a las que están normalmente expuestos en el campo.

De lo anterior parte que el evento de maíz apilado Bt11 x MIR162 x TC1507 x GA21 no afectará a los organismos no blanco, dado que **la potencialidad para causar efectos adversos de las proteínas expresadas por el evento, no se incrementa cuando son combinadas**. Asimismo, la expresión de las proteínas no es significativamente superior en el evento de maíz Bt11 xMIR162 x TC1507 x GA21, respecto a los eventos parentales simples. Es decir, **no existe un incremento en la exposición de estas proteínas derivada del cultivo de maíz Bt11 x MIR162 x TC1507 x GA21**.

Los estudios de expresión comparativa corroboraron la hipótesis de que **no hubo cambios en la expresión de las proteínas Cry1Ab, Vip3Aa10 y Cry1F en el evento de maíz Bt11 x MIR162 x TC1507 x GA21 respecto a los eventos parentales Bt11, MIR162 y TC1507**, respectivamente.

Si bien no existieron diferencias significativas en la expresión de ninguna de las proteínas insecticidas, la concentración de la proteína Cry1Ab en el evento de maíz Bt11 x MIR162 x TC1507 x GA21 fue superior que aquella del evento simple Bt11 en todos los tejidos evaluados. Sin embargo, el promedio de concentración de peso seco de la proteína Cry1Ab en los tejidos del evento apilado, que representaban el peor escenario de exposición a los organismos no blanco, estuvo por debajo de las concentraciones de efectos no esperados de los estudios de laboratorio, en donde se expusieron organismos indicadores representativos a la proteína Cry1Ab, y sobre los cuales se basaron las decisiones regulatorias del evento Bt11 (Mendelsohn *et al.*, 2003).

### 3.6 Otras evidencias que dan soporte a la ERA del evento Bt11 x MIR162 x TC1507 x GA21

#### 3.6.1 Efectos del glifosato a la vida silvestre

La toxicidad de los cultivos GM para la fauna terrestre y acuática ha sido ampliamente evaluada en laboratorio y campo, los resultados indican una baja toxicidad y un riesgo bajo por exposición directa.

Los estudios de laboratorio indican que el glifosato no causa efectos adversos a las lombrices, abejas, o las especies de aves como el pato real o codorniz en condiciones normales de uso. En el año 2000, se publicó una evaluación global de los riesgos ecotoxicológicos para el glifosato donde **los autores concluyeron que el uso de glifosato no representa un riesgo para la vida silvestre cuando se utiliza según las instrucciones de la etiqueta** (Giesy *et al.*, 2000). El glifosato tiene baja toxicidad para los organismos acuáticos no blanco (ej. peces e invertebrados acuáticos). Mientras que los tensoactivos que puedan añadirse a algunas formulaciones de herbicidas de glifosato pueden tener de baja a moderada toxicidad para

algunos animales acuáticos. **La exposición es lo suficientemente baja, en condiciones normales de uso, que no hay riesgo significativo.**

### 3.6.2 Toxicidad del glufosinato

La toxicidad del glufosinato hacia mamíferos varía dependiendo de la especie. La dosis letal LD<sub>50</sub> para ratas es alrededor de 1500-2000 mg/kg, pero es menor que 1/3 que la LD<sub>50</sub> para ratones, y para perros 1/6 menor (U.S. EPA 1984). La LD<sub>50</sub> por exposición epitelial (piel) es en promedio la misma que por exposición oral.

La Organización Mundial de la Salud clasificó al glufosinato como toxicidad clase III “ligeramente peligroso”, el sistema de la clasificación de la OMS es basado en los datos de LD<sub>50</sub> en ratas.

### 3.6.3 Transferencia planta-microorganismo

La exposición de los microorganismos al DNA modificado derivado de las plantas de maíz GM tiene lugar en el medio durante los procesos naturales de descomposición de los tejidos vegetales en las zonas de cultivo y en los ecosistemas naturales que rodean a las áreas de cultivo.

Para el maíz con tecnología, la transferencia de genes a las bacterias es altamente improbable bajo condiciones naturales. **Los genes expresados en el maíz con la tecnología Bt11 x MIR162 x TC1507 x GA21 están bajo el control de promotores eucarióticos con limitada o nula actividad en los organismos procarióticos**, y como ya se mencionó anteriormente el maíz con la tecnología Bt11 x MIR162 x TC1507 x GA21 **no posee genes marcadores de resistencia a antibióticos.**

#### 3.6.3.1 Persistencia en el suelo del glifosato

El glifosato es un herbicida cuyo objetivo es el control de malezas. Se emplea para eliminar aquellas que compiten o pudieran competir con los cultivos y contribuye a controlar las malezas durante los barbechos, es decir, los meses cuando los cultivos no cubren el suelo.

**El glifosato no persiste en el ambiente. El glifosato se somete a la degradación microbiana en el suelo, y las aguas naturales, tanto en condiciones aeróbicas como anaeróbicas (Giesy et al., 2000).**

La tasa de disminución de la concentración de glifosato en el suelo depende en general de la actividad microbiana (Carlisle y Trevors 1988; Moshier y Penner, 1978). El principal metabolito que se forma es el ácido aminometilfosfónico (AMPA), que sufre una mayor degradación microbiana. El glifosato es metabolizado a dióxido de carbono, fosfato inorgánico, y otros compuestos naturales. Por la baja volatilidad del glifosato es muy poco probable que se mueva fuera del sitio en forma de vapor y que pueda dañar la vegetación fuera del sitio de aplicación.

Las propiedades herbicidas del glifosato se pierden al entrar en contacto con el suelo o los sedimentos. El glifosato se une fuertemente a la mayoría de los tipos de suelos y sedimentos, por lo que es poco probable que sea adsorbido por las raíces de la vegetación fuera de sitio (Giesy *et al.*, 2000).

El glifosato (en spray) es removido de la atmósfera por acción de la gravedad (sedimentación). Se adsorbe fuertemente a los suelos, en los cuales permanece en las capas superiores debido a su bajo potencial de lixiviación. Asimismo, se biodegrada de forma fácil y completa en este medio, mostrando una vida media de aproximadamente 60 días. El glifosato tiene baja persistencia en el follaje de las plantas y en la hojarasca.

El glifosato tiene extremadamente bajo potencial para moverse a las aguas subterráneas. El glifosato se disipa del agua superficial por dos mecanismos principales. Rápidamente se mueve a los sedimentos donde es degradado a través del tiempo (tanto del agua como de los sedimentos) por la actividad microbiana. En agua corriente, los factores tales como dilución y dispersión contribuyen a la dispersión del glifosato.

### 3.6.3. 2 Persistencia en el suelo del glufosinato

La EPA clasifica al glufosinato como persistente y móvil. En tierra (*loam*), concentraciones por encima del 80% de glufosinato, produce la lixiviación en el suelo (proceso de extracción sólido-líquido, en el que un disolvente líquido se pone en contacto con un sólido pulverizado para que se produzca la disolución de uno de los componentes del sólido), provocando que se pierda parte de los nutrientes propios del suelo y la contaminación de agua y la tierra.

**A pesar de que el glufosinato es catalogado como “persistente” su tiempo de vida media depende de diversos factores**, incluyendo características del suelo, actividad microbiana y clima. En promedio, el glufosinato presenta un tiempo de vida media de 40 días, pero este puede cambiar de entre los 12 a los 72 días dependiendo de las características antes mencionadas.

En el aire, el glufosinato está presente únicamente como partículas, las cuales son eliminadas de la atmósfera por precipitación húmeda y seca. En el suelo tiene una movilidad de baja a alta y la degradación microbiana es su principal mecanismo de eliminación, generando el ácido 3-metilfosfinil propiónico, el ácido 2-metilfosfinil acético y el dióxido de carbono como productos de degradación. Su vida media en suelo varía de 3 a 11 días.

Como la mayoría de los pesticidas la persistencia del glufosinato es mayor que a su tiempo de vida media, se ha encontrado que puede perdurar por más de 100 días en algunas tierras (Smith y Belyk 1989).

### 3.6.4 Efectos en agua

#### 3.6.4.1 Persistencia del glifosato en agua

Históricamente, **el glifosato no está incluido entre los herbicidas que causan preocupación en el suministro de agua**, aunque a veces se ha detectado en las aguas superficiales.

El glifosato se puede quitar del agua por filtración y cloración. Por lo tanto, es muy poco probable que sea detectado en el agua potable final (Speth, 1994). Cuando el glifosato se ha detectado en lagos, lagunas y arroyos las concentraciones han estado en niveles que no causan efectos adversos a la salud humana o el medio ambiente.

En los Estados Unidos, un nivel máximo de glifosato de 700 mg / L ha sido establecido por la EPA como límite aceptado en el agua potable (EPA, 2000). La Agencia de Protección Ambiental de California ha establecido como objetivo de salud pública 1000 mg / L de glifosato en el agua potable (California EPA, 1997). Es muy raro que se encuentre glifosato en el agua potable, y no se conocen casos en el que se hayan superado los estándares antes descritos.

En los cuerpos de agua, el glifosato se disipa rápidamente debido a su adsorción y posible biodegradación. El sedimento es el principal sitio de almacenamiento de este plaguicida. En él se incrementan los niveles de glifosato tras su aplicación y después declinan significativamente en pocos meses. No se bioconcentra en los organismos acuáticos ni se biomagnifica a lo largo de la cadena trófica (CICOPLAFEST, 2004).

La Organización Mundial de la Salud revisó datos sobre calidad del agua para glifosato (WHO, 1997) y declaró que debido a su baja toxicidad, y en condiciones normales, la presencia de glifosato en el agua potable no representa un peligro para la salud humana.

#### 3.6.4.2 Persistencia del glufosinato en agua

La U.S. EPA clasifica al glufosinato como persistente y móvil. El glufosinato presenta una alta solubilidad en agua de 1370g/litro de agua.

En el agua, la volatilización, hidrólisis y fotólisis no son destinos ambientales importantes para este plaguicida. El glufosinato de amonio tiene un bajo potencial bajo bioconcentración en los organismos acuáticos (CICOPLAFEST, 2004).

### 3.7 Descripción de uno o más métodos de identificación del evento específico del OGM, incluyendo niveles de sensibilidad y reproducibilidad, con la manifestación expresa del promotor de que los métodos de identificación son los reconocidos por el desarrollador del OGM para la detección del mismo OGM

#### 3.7.1 Métodos de detección y cuantificación del evento

**Los métodos de detección y cuantificación** evento específico basados en la amplificación del ADN de interés mediante la reacción en cadena de la polimerasa en tiempo real (RT – PCR), **desarrollados para los eventos parentales Bt11, MIR162, TC1507 y GA21, son los utilizados para detectar al híbrido de maíz con la tecnología Bt11 x MIR162 x TC1507 x GA21.**

Para el caso de los eventos parentales Bt11, TC1507 y GA21, los métodos de detección usando RT – PCR, junto con la validación del método y el protocolo para la extracción del ADN, han sido recientemente publicados por el Laboratorio de Referencia de la Comunidad Económica Europea (CRL), del Centro Común de Investigación de la Unión Europea (JRC) y son públicos en su página de internet<sup>51</sup>.

### 3.7.2 Material de referencia del evento

Existe material de referencia certificado en el Instituto de Materiales de Referencia y Medidas del JRC de Europa, (IRMM): número de catálogo ERM-BF412 (series a-f)<sup>52</sup>.

### 3.7.3 Métodos comerciales de detección

De forma comercial existen métodos de detección rápidos que pueden ser útiles en actividades de monitoreo e inspección, empleadas como pruebas presuntivas dado que no son evento específico. Algunos métodos disponibles<sup>53</sup> con capacidad para detectar las proteínas presentes en el maíz con la tecnología Bt11 x MIR162 x TC1507 x GA21 se enlistan en la tabla 10.

**Tabla 10. Métodos comerciales de detección para algunos genes del evento Bt11 x MIR162 x TC1507 x GA21.**

Gen	Kit de detección	No. de catálogo
cry1Ab	AgraStrip® Cry1Ab Seed & Leaf	7000026
vip3Aa20	AgraStrip® Vip Seed and Leaf	7000092
cry1F	AgraStrip® Cry1F Seed and Leaf	7000028

Otros métodos comerciales pueden ser adquiridos a través de RomerLabs ©.: <http://www.romerlabs.com/us/products/gmo/>

Igualmente, los eventos parentales se pueden diferenciar mediante pruebas de resistencia a un rango más amplio de insectos lepidópteros objetivo (ej. eventos parentales Bt11, MIR162,

<sup>51</sup> European Union Reference Laboratory for GM Food & Feed. 2012. Status of Dossiers. <http://gmo-crl.jrc.ec.europa.eu/statusofdoss.htm>

<sup>52</sup> Institute for Reference Materials and Measurements. [https://ec.europa.eu/jrc/sites/default/files/FAQ%20GMO\\_attachment.pdf?search](https://ec.europa.eu/jrc/sites/default/files/FAQ%20GMO_attachment.pdf?search)

<sup>53</sup> <http://www.romerlabs.com/us/products/gmo/>

TC1507) y mediante pruebas de tolerancia a glifosato o glufosinato de amonio (ej. evento parental GA21, Bt11, TC1507).

#### **IV. Medidas y procedimientos de monitoreo de la actividad y de bioseguridad a llevar a cabo**

*(En concordancia con la etapa 1 del Análisis de riesgo de plagas (ARP) para plagas cuarentenarias, incluido el análisis de riesgos ambientales y organismos vivos modificados NIMF. 11; apartado, 1.3 INFORMACIÓN para los OVM. La información aquí presentada es la necesaria para que la DGSV realice el análisis de riesgos conforme a la NIMF. 11)*

Syngenta Agro S.A. de C.V. ha desarrollado e implementado un SISTEMA DE CUMPLIMIENTO REGULADORIO PARA SEMILLAS GM EN MÉXICO con el fin de garantizar el uso y manejo adecuado del material genéticamente modificado durante las liberaciones al ambiente en etapa experimental y prevenir cualquier liberación accidental. Este sistema de cumplimiento es una herramienta útil para quienes están involucrados en alguna parte o en todo el proceso de liberación a campo (importación, movimiento y almacenamiento de semilla, siembra, manejo del cultivo, cosecha y post-cosecha). Está compuesto de una serie de Procedimientos de Operación Estandarizados (SOP's por sus siglas en inglés) de las actividades clave de la liberación, instrucciones de trabajo y registros de actividad.

##### **4.1 Medidas y procedimientos de monitoreo de la actividad**

Las liberaciones de campo de cultivos genéticamente modificados proporcionan la oportunidad de recolectar información sobre las interacciones ambientales y el desempeño agronómico de las tecnologías, lo cual es clave para la evaluación de la seguridad ambiental; sanidad animal, vegetal y acuícola exigida por las autoridades regulatorias (SAGARPA Y SEMARNAT).

Para garantizar la protección ambiental, las liberaciones de campo se llevan a cabo bajo medidas de bioseguridad que aseguran la trazabilidad y el control sobre la semilla en todo momento.

En Syngenta Agro, somos conscientes de la importancia de la implementación de procesos que permitan asegurar que los organismos genéticamente modificados serán manejados de forma adecuada. Estos procesos y sistemas de calidad son la base del cumplimiento de los sistemas regulatorios.

El objetivo del Sistema de Cumplimiento Regulatorio es proporcionar los lineamientos y asegurar su implementación y cumplimiento, como parte esencial de un sistema de gestión de la calidad al que la empresa se apegamos (Excellence Through Stewardship o ETS<sup>54</sup>):

1. Ayudar a garantizar el cumplimiento en tiempo y forma de las medidas y condicionantes de bioseguridad para las liberaciones en campo.

<sup>54</sup> <http://excellencethroughstewardship.org/wp-content/uploads/Stewardship-Guide-Revision-vFinal-01.06.pdf>

2. Entrenar a las personas involucradas en el desarrollo y/o uso de la tecnología en el manejo responsable de las liberaciones en campo.
3. Demostrar la diligencia que deben poseer aquellas personas responsables del programa en lo referente a la capacitación de los involucrados en cada etapa de liberación y los técnicos de campo. Además, de la provisión de documentación para efectos de auditoría y/o inspección.
4. Fortalecer el compromiso de Syngenta para garantizar que las liberaciones se lleven a cabo en condiciones que permitan el cumplimiento de medidas y condicionantes de bioseguridad; y que esto se vea reflejado en preservar el prestigio de la empresa en todo momento.

#### 4.1.1 Plan de monitoreo detallado

Dentro del Sistema de Cumplimiento Regulatorio de Syngenta, **se contempla efectuar monitoreos previos a la liberación, durante y posterior a la liberación** del maíz con la tecnología Bt11 x MIR162 x TC1507 x GA21. Las actividades incluyen la aplicación de procedimientos estandarizados de operación e implementación de medidas de bioseguridad.

##### a) Previo a la liberación

- Verificar que se cuenta con el permiso correspondiente para llevar a cabo la importación y liberación al ambiente de la semilla con la tecnología Bt11 x MIR162 x TC1507 x GA21.
- Verificar la localización geo-referenciada de los lotes correspondientes a los agricultores cooperantes donde se establecerá el ensayo de maíz con la tecnología Bt11 x MIR162 x TC1507 x GA21 con el propósito de asegurarse que los predios son los solicitados y permitidos; a fin de tener un control sobre los sitios de liberación y evitar que se siembre en predios no permitidos.
- Capacitar a todo el personal involucrado en la liberación experimental con el objeto de que toda persona relacionada con el cultivo conozca las posibles implicaciones, riesgos y beneficios de uso y manejo del maíz con la tecnología Bt11 x MIR162 x TC1507 x GA21. En adición a lo anterior, todo el personal involucrado será instruido sobre las características del maíz con la tecnología Bt11 x MIR162 x TC1507 x GA21: tolerancia a la aplicación del herbicida glifosato y glufosinato de amonio, y resistencia al ataque de ciertos lepidópteros plaga del cultivo de maíz.
- Asegurar que la semilla llegue debidamente etiquetada en base a los lineamientos de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SAG/BIO-2014 (Especificaciones generales de etiquetado de organismos genéticamente modificados que sean semillas o material vegetativo destinados a siembra, cultivo y producción agrícola) y que el envase sea resistente a la ruptura.
- En caso de liberación accidental, notificar a la autoridad correspondiente y ejecutar procedimiento aplicable a esta situación.

**b) Durante la liberación**

- Corroborar que los sitios donde se establecerá el ensayo de maíz con la tecnología Bt11 x MIR162 x TC1507 x GA21 son los sitios permitidos por la autoridad.
- Implementar medidas de bioseguridad en el sitio donde se manipulará la semilla de maíz con la tecnología Bt11 x MIR162 x TC1507 x GA21 y en donde se resguardará el remanente después de preparar los protocolos experimentales.
- Asegurar que se cumple con el aislamiento espacial definido a partir del límite del ensayo con la tecnología Bt11 x MIR162 x TC1507 x GA21 a cualquier otro cultivo de maíz híbrido.
- Si se cuenta con evidencia de la presencia de parientes silvestres o razas nativas de maíz se evaluará el aislamiento espacial y temporal para evitar el flujo de polen.
- Dar seguimiento a la semilla con la tecnología Bt11 x MIR162 x TC1507 x GA21 desde su importación hasta el sitio final de liberación.

**c) Posteriores a la liberación**

- Asegurar el destino correcto de la producción o producto de la liberación del maíz (destrucción o envío a recibas autorizadas para su entrada en la cadena agroindustrial) con la tecnología Bt11 x MIR162 x TC1507 x GA21.
- En caso de que la cosecha se envíe a una reciba, asegurar que el transporte del grano desde el origen hasta el destino se hace siguiendo las buenas prácticas agrícolas, es decir, asegurando que no haya dispersión del grano en caminos.
- Implementar un plan de monitoreo de plantas voluntarias en el sitio de liberación.

**4.1.2 Estrategias de monitoreo posteriores a la liberación del OGM, con el fin de detectar cualquier interacción entre el OGM y especies presentes relevantes, directa o indirectamente, en la zona o zonas donde se pretenda realizar la liberación, cuando existan.**

Una vez terminadas las labores de cosecha y dentro de los 30 días posteriores, será necesario dar un riego al predio donde se llevó a cabo el ensayo regulado, con el fin de provocar nacencia de posibles plantas voluntarias.

En caso de encontrar plantas voluntarias, estas deberán ser destruidas de manera manual o con herbicidas dentro del sitio dónde se llevó a cabo la liberación. En todos los casos la destrucción deberá realizarse antes de la floración de las plantas. En caso de que el ensayo haya sido destruido, por cualquier razón, antes de la floración no necesitará ser sometido al monitoreo de plantas voluntarias.

**4.1.3 Estrategias para la detección del OGM y su presencia posterior en la zona o zonas donde se pretenda realizar la liberación y zonas vecinas, una vez concluida la liberación.**

Una vez terminadas las labores de cosecha y dentro de los 30 días posteriores, será necesario dar un riego al predio donde se llevó a cabo el ensayo regulado, con el fin de provocar nacencia de posibles plantas voluntarias.

En caso de encontrar plantas voluntarias, estas deberán ser destruidas de manera manual o con herbicidas dentro del sitio dónde se llevó a cabo la liberación. En todos los casos la destrucción deberá realizarse antes de la floración de las plantas. En caso de que el ensayo haya sido destruido, por cualquier razón, antes de la floración no necesitará ser sometido al monitoreo de plantas voluntarias.

## **4.2 Medidas y procedimientos de bioseguridad**

A continuación se describen los procedimientos de bioseguridad que se implementarán en la liberación experimental de maíz con la tecnología Bt11 x MIR162 x TC1507 x GA21, objeto de esta solicitud.

### **4.2.1 Medidas y procedimientos para prevenir la liberación y dispersión del OGM fuera de la zona o zonas donde se pretende realizar la liberación**

Las siguientes son las medidas y procedimientos para prevenir la liberación y dispersión del OGM:

- a)** Medidas de manejo de la semilla desde su empaclado en punto de origen hasta llegada a sitio experimental incluyendo el transporte.
- b)** Toda la semilla regulada y/o material vegetal viable deberá almacenarse en envases/empaques seguros para su transporte.
- c)** Deberá completarse un Registro de Transporte (ROT por sus siglas en inglés) o equivalente, y acompañará cualquier envío de material vegetal regulado.
- d)** La semilla GM y/o material vegetal viable deberá mantenerse separado (p. ej., empaque principal separado) de otras semilla y/o material vegetal durante el transporte.
- e)** La semilla GM y/o material vegetal viable deberá estar claramente etiquetada como material regulado con base a lo dispuesto en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SAG/BIO-2014.
- f)** Los empaques primarios, secundarios y terciarios usados para transportar semilla GM y/o material vegetal viable deberán estar completamente libres de cualquier grano. Los empaques podrán ser destruidos por autoclave o incineración.
- g)** Cualquier residuo de material vegetal no identificado recuperado dentro del proceso de limpieza de granos (p. ej., mezcla de dos o más eventos durante el proceso de transporte) se designará como no viable por una o más de las siguientes opciones: calor seco, vapor, trituración, destrucción biológica u otro método aprobado en el país correspondiente, comunicándolo primero al administrador del ensayo.

#### **4.2.1.1 Medidas de manejo de la semilla al momento de la siembra y los potenciales remanentes**

La siembra de ensayos con materiales genéticamente modificados es similar a la siembra de materiales convencionales, con excepción de que se debe verificar la información de las actividades y de las condiciones de siembra. Antes de efectuar la siembra se debe verificar:

- a)** Que la superficie sembrada se ajuste a la autorizada en el permiso de liberación.
- b)** La ubicación georreferenciada (GPS) del predio antes de sembrar.
- c)** Que los materiales estén en orden de siembra planeado y de acuerdo al protocolo de ensayo.
- d)** Que las tolvas de siembra (si se utilizan) estén completamente limpias antes de iniciarse la siembra.

#### **4.2.1.2 Medidas de manejo en el momento de la cosecha y medidas de manejo de todos los productos de la cosecha**

El administrador del ensayo, o la persona que se designe, deberá monitorear la cosecha en los sitios de los ensayos para asegurarse de que el material vegetal regulado remanente, será destruido como se indica en este proceso central:

- a) Debe mantenerse la identificación del evento en todo momento.
- b) Cuando aplique (producción de semilla), los ensayos regulados deberán terminarse y cosecharse de acuerdo a las regulaciones locales o gubernamentales. Seguir los códigos de colores establecidos para material regulado (p. ej. azul para material regulado).
- c) Ningún material vegetal del sitio del ensayo, incluyendo material no regulado de las borduras, entrará en la cadena de consumo humano o animal, a no ser que sea autorizado por la Secretaría competente. Si este fuera el caso, asegurarse de contar con la autorización de uso o consumo humano incluyendo granos.
- d) Todo el equipo usado para cosechar en un sitio de ensayo (o para la terminación previa a la cosecha) deberá ser limpiado en el sitio del ensayo para eliminar el transporte no intencional de material regulado del sitio del ensayo. Métodos aceptables para la limpieza incluyen limpieza manual, aire comprimido, limpieza con aspiradora de la semilla remanente e hidrolavadora.
- e) Cualquier material vegetal residual no identificado recuperado durante el proceso de limpieza del equipo de campo se determinará como no viable por los siguientes métodos: calor seco, autoclave, trituración, incineración o tratamiento con herbicidas y/o químicos debidamente etiquetados y desechados en el sitio del ensayo.

f) Todo el equipo de cosecha/terminación debe limpiarse e inspeccionarse visualmente para que esté libre de material vegetal antes de que entre al sitio del ensayo, incluyendo semilla y material vegetativo que pueda estar presente de operaciones anteriores.

g) Las restricciones post-cosecha deberán aplicarse inmediatamente a los sitios de liberación para un correcto monitoreo de plantas voluntarias.

h) La destrucción del producto del ensayo (cosecha) si fuese el caso; o su envío a la reciba debe ocurrir en el momento oportuno.

**4.2.2 Medidas y procedimientos para disminuir el acceso de organismos vectores de dispersión, o de personas que no se encuentren autorizadas para ingresar al área de liberación a dicha zona o zonas.**

Los sitios en los que se pretende llevar a cabo la liberación en fase experimental, se encuentran en propiedad privada. En adición a lo anterior, Syngenta maneja un control de acceso a los predios que garantiza que sólo personas autorizadas puedan ingresar a los predios.

**4.2.3 Medidas para la erradicación del OGM en zonas distintas a las permitidas**

Toda semilla que no haya germinado y permanezca en el suelo tras la siembra o que pudiese permanecer en suelo a pesar de las medidas tomadas podría prosperar como planta voluntaria (bajo las condiciones del lugar de ensayo, este hecho es altamente improbable porque todo el grano producido será cosechado y ya sea que se destruya o se envíe a la reciba).

En el caso de la probable aparición de plantas voluntarias éstas serán monitoreadas y deberán ser destruidas antes de la floración. Además, se mantendrá un seguimiento de los sitios de liberación posterior a la cosecha.

**4.2.4 Medidas para la protección de la salud humana y del ambiente, en caso de que ocurriera un evento de liberación no deseado**

La inocuidad para el uso y consumo humano, animal y para procesamiento del cultivo de maíz con la tecnología de los eventos parentales Bt11, MIR162, TC1507 y GA21 y del evento apilado Bt11 x MIR162 x TC1507 x GA21 han sido aprobadas por la autoridad competente en México (COFEPRIS) en las siguientes fechas:

1. Bt11            16 de julio de 2007
2. MIR162       20 de enero de 2010
3. TC1507       15 de septiembre de 2003
4. GA21           24 de mayo de 2002
5. Bt11 x MIR162 x TC1507 x GA21   20 de mayo de 2011

Finalmente, cabe señalar que los eventos parentales están aprobados en el país de origen donde fueron desarrollados, por lo que no se espera ningún riesgo a la salud humana en el caso de que se presentase la liberación no deseada del evento Bt11 x MIR162 x TC1507 x GA21 .

#### 4.2.5 Métodos de limpieza o disposición final de los residuos de la liberación

- a) Todo el equipo de cosecha/terminación (si se utiliza) debe limpiarse e inspeccionarse visualmente para que esté libre de material vegetal antes de que entre o salga del sitio del ensayo, incluyendo semilla y material vegetativo que pueda estar presente de operaciones anteriores.
- b) Si por alguna razón se toma la decisión de terminar el experimento antes de que el ciclo finalice, las plantas establecidas serán destruidas con herbicidas o métodos físicos y los predios serán subsolados, para asegurar que no quede material regulado en el predio.
- c) Todo el equipo usado en la cosecha de un ensayo (o para la terminación previo a la cosecha) deberá ser limpiado en el sitio para eliminar el transporte no intencional de material propagativo del sitio. Métodos aceptables incluyen limpieza manual, aire comprimido, limpieza con aspiradora de la semilla remanente e hidrolavadora.
- d) Cualquier material vegetal residual no identificado recuperado durante el proceso de limpieza del equipo de campo se destruirá por los siguientes métodos: calor seco, autoclave, trituración, incineración o tratamiento con herbicidas y/o químicos debidamente etiquetados y desechados en el sitio del ensayo.
- e) La destrucción del producto del ensayo (cosecha) si fuese el caso; o su envío a la reciba debe ocurrir en el momento oportuno.

#### V. Antecedentes de liberación del OGM en otros países, cuando esto se haya realizado, debiendo anexar la información pertinente cuando ésta se encuentre al alcance del promovente.

Los eventos parentales que dieron origen por mejoramiento tradicional al híbrido de maíz con la tecnología BT11 x MIR162 x TC1507 x GA21, han sido aprobados en los siguientes países y para las siguientes actividades<sup>55</sup> presentando un historial de uso seguro (Tablas 11 a 16).

**Tabla 11. Historial de aprobaciones a nivel mundial de maíz Bt11<sup>56</sup>.**

País	Liberación al ambiente	Alimentación humana, animal o procesamiento	Alimentación humana	Alimentación animal
Argentina	2001		2001	2001
Australia		2001		
Brasil	2007	2007		
Canadá	1996		1996	1996
China		2004		
Colombia	2008		2008	2008
Unión Europea			2003	2006
Japón	1996		1996	1996
Corea			2003	2006

<sup>55</sup> Center for Environmental Risk Assessment. 2013. GM Crop Database . [http://ceragmc.org/index.php?action=gm\\_crop\\_database](http://ceragmc.org/index.php?action=gm_crop_database)

<sup>56</sup> Adaptada de Center for Environmental Risk Assessment. 2012. GM Crop Database. [http://ceragmc.org/index.php?action=gm\\_crop\\_database&mode=Submit&evidcode=Bt11%20\(X4334CBR,%20X4734CBR\)](http://ceragmc.org/index.php?action=gm_crop_database&mode=Submit&evidcode=Bt11%20(X4334CBR,%20X4734CBR))

País	Liberación al ambiente	Alimentación humana, animal o procesamiento	Alimentación humana	Alimentación animal
México		2007		
Filipinas	2005		2003	2003
Rusia			2003	
Sudáfrica	2003	2002		
Suiza			1998	1998
Taiwán			2004	
Reino Unido			1998	1998
Estados Unidos	1996	1996		
Uruguay	2004	2004		

**Tabla 12. Historial de aprobaciones a nivel mundial de maíz MIR162<sup>57</sup>.**

País	Liberación al ambiente	Alimentación humana, animal o procesamiento	Alimentación humana	Alimentación animal
Australia			2009	
Brasil	2009	2009		
Canadá	2010		2010	2010
Japón			2010	
México		2010		
Filipinas			2010	2010
Rusia			2010	
Taiwán			2009	
Estados Unidos	2010	2008		

**Tabla 13. Historial de aprobaciones a nivel mundial de maíz TC1507<sup>58</sup>.**

País	Liberación al ambiente	Alimentación humana, animal o procesamiento	Alimentación humana	Alimentación animal
Argentina	2005	2005		
Australia			2003	
Brasil	2008	2008		
Canadá	2002		2002	2002
China		2004		
Colombia			2006	
El Salvador		2009		
Unión Europea			2006	2005
Japón			2002	2002

<sup>57</sup> Adaptada de Center for Environmental Risk Assessment. 2013. GM Crop Database. [http://cera-gmc.org/index.php?action=gm\\_crop\\_database&mode=Submit&evidcode=MIR162](http://cera-gmc.org/index.php?action=gm_crop_database&mode=Submit&evidcode=MIR162)

<sup>58</sup> Adaptada de Center for Environmental Risk Assessment. 2013. GM Crop Database. [http://cera-gmc.org/index.php?evidcode\[\]=TC1507&gType\[\]=&auDate1=&auDate2=&action=gm\\_crop\\_database&mode=Submit](http://cera-gmc.org/index.php?evidcode[]=TC1507&gType[]=&auDate1=&auDate2=&action=gm_crop_database&mode=Submit)

Corea		2002	2004
México	2003		
Filipinas		2003	2003
Sudáfrica	2002		
Taiwán			
Estados Unidos de América	2001	2001	
Uruguay	2011	2011	

**Tabla 14. Historial de aprobaciones a nivel mundial de maíz GA21<sup>59</sup>.**

País	Liberación al ambiente	Alimentación humana, animal o procesamiento	Alimentación humana	Alimentación animal
Argentina	1998	2005		
Australia			2000	
Brasil	2008	2008		
Canadá	1998		1999	1998
China		2004		
Unión Europea			2006	2005
Japón	1998		1999	1999
Corea			2002	2005
México		2002		
Filipinas	2009		2003	2003
Rusia			2007	2007
Sudáfrica		2002		
Taiwán			2003	
Estados Unidos	1997	1996		

En adición a las aprobaciones de los eventos parentales, cabe mencionar que el evento apilado, el híbrido de maíz con la tecnología BT11 x MIR162 x TC1507 x GA21, ha sido aprobado para alimentación humana, alimentación animal y cultivo en Estados Unidos de América (Tabla 66).

**Tabla 15. Historial de aprobaciones a nivel mundial de maíz BT11 x MIR162 x TC1507 x GA21<sup>60</sup>.**

País	Alimentación humana (uso directo o procesado)	Alimentación animal (uso directo o procesado)	Cultivo (doméstico o no doméstico)
Canadá	2012	2012	2012
Japón	2010	2010	2011

<sup>59</sup> Adaptada de Center for Environmental Risk Assessment. 2012. GM Crop Database. [http://cera-gmc.org/index.php?action=gm\\_crop\\_database&mode=Submit&evidcode=GA21](http://cera-gmc.org/index.php?action=gm_crop_database&mode=Submit&evidcode=GA21)

<sup>60</sup> Adaptada de International Service for the Acquisition of Agri-Biotech Applications. 2013. <http://www.isaaa.org/gmaprovaldatabase/event/default.asp?EventID=138>

México	2011		
Filipinas	2010	2010	
Sudáfrica	2011	2011	
Corea del Sur	2013	2012	
Taiwán	2011		
Estados Unidos de América	2011	2011	2011

### 5.1 Descripción de la zona en donde se realizó la liberación

Previo a obtener el estatus de desregulado ante la APHIS, el maíz Bt11 fue liberado en las zonas agrícolas de los siguientes Estados de la Unión Americana y adicionalmente en una provincia de Canadá<sup>61</sup> (Tabla 16).

**Tabla 16. Estados de la Unión Americana en los que se liberó maíz Bt11, previo a la desregulación.**

Estado	Tipo de Ecorregiones	Número aprobación de las liberaciones
Carolina del Norte	Bosques templados del Este	95-065-18n
Colorado	Grandes Planicies/Montañas Boscosas Noroccidentales/ Desiertos de Norteamérica	95-068-04n
Dakota del Norte	Grandes Planicies	95-068-15n
Dakota del Sur	Grandes Planicies	95-068-21n
Delaware	Bosques templados del Este	95-068-05n
Georgia	Bosques templados del Este	95-065-13n
Hawái	Trópico	93-127-01n, 93-237-03n, 94-112-01n, 94-237-01n, 95-052-05n, 95-068-06n
Idaho	Montañas Boscosas Noroccidentales/ Desiertos de Norteamérica	95-068-07n
Illinois	Bosques templados del Este	92-017-03r, 93-014-03r, 94-080-04n, 95-068-08n
Indiana	Bosques templados del Este	94-080-04n, 95-068-09n
Iowa	Bosques templados del Este/ Grandes Planicies	93-014-03r, 94-080-04n, 95-065-14n
Kansas	Grandes Planicies	95-065-15n
Kentucky	Bosques templados del Este	93-014-03r, 94-080-04n, 95-065-16n
Maryland	Bosques templados del Este	95-068-10n
Michigan	Bosques templados del Este/Bosques Septentrionales	94-080-04n, 95-052-05n, 95-068-11n
Minnesota	Bosques templados del Este/ Bosques Septentrionales/ Grandes Planicies	92-017-03r, 94-080-05n, 95-068-12n
Mississippi	Bosques templados del Este	94-069-01n, 95-060-02n

<sup>61</sup>Petitions for Determination of Nonregulated Status. 2013. [http://www.aphis.usda.gov/biotechnology/petitions\\_table\\_pending.shtml](http://www.aphis.usda.gov/biotechnology/petitions_table_pending.shtml)  
[http://www.aphis.usda.gov/brs/aphisdocs/95\\_19501p.pdf](http://www.aphis.usda.gov/brs/aphisdocs/95_19501p.pdf)

Estado	Tipo de Ecorregiones	Número aprobación de las liberaciones
Missouri	Bosques templados del Este/Grandes Planicies	94-080-04n, 95-065-17n
Montana	Grandes Planicies/ Montañas Boscosas Noroccidentales	95-068-13n
Nebraska	Grandes Planicies	93-014-03r, 94-080-04n, 95-068-14n
Nueva York	Bosques templados del Este/ Bosques Septentrionales	95-068-17n
Ohio	Bosques templados del Este	93-014-03r, 94-080-04n, 95-068-18n
Pennsylvania	Bosques templados del Este/ Bosques Septentrionales	93-014-03r, 95-068-20n
Puerto Rico	Trópico	92-169-02r, 93-238-01n, 94-245-02n, 94-347-04n, 95-068-25n
Tennessee	Bosques templados del Este	95-065-19n
Texas	Bosques templados del Este/Grandes Planicies/Desiertos de Norteamérica	95-058-17n
Virginia	Bosques templados del Este/Sierras Templadas	95-068-22n
Washington	Montañas Boscosas Noroccidentales/Bosque Costero Occidental/ Desiertos de Norteamérica	95-068-23n
Wisconsin	Bosques templados del Este	93-014-03r, 94-080-04n, 95-068-24n

Previo a obtener el estatus de deregulado ante la APHIS, el maíz MIR162 fue liberado en las zonas agrícolas de los siguientes Estados de la Unión Americana<sup>62</sup> (Tabla 17).

**Tabla 17. Estados de la Unión Americana en los que se liberó maíz MIR162, previo a la desregulación.**

Año	Estados	Notificación USDA
1999	Illinois	99-032-02r
2000	Hawái	00-024-02r
2001	Arkansas, Florida, Idaho, Illinois, Minnesota, Puerto Rico	01-022-07r/m
2002	Illinois, Minnesota, Missouri	022-022-01r/m
2002	Hawái	02-022-02r/m
2003	Arizona, California, Florida, Iowa, Illinois, Kansas, Minnesota, Missouri, Mississippi, Carolina del Norte, Nebraska, Puerto Rico, Texas, Wisconsin	03-021-01r/m
2004	Florida, Hawái, Iowa, Illinois, Minnesota, Puerto Rico, Wisconsin	04-072-06n
2004	Puerto Rico	04-203-05n
2005	Arkansas, California, Florida, Hawái, Iowa, Illinois, Indiana, Kansas, Kentucky, Luisiana, Maryland, Minnesota, Carolina del Norte, Nebraska, New York, Ohio, Pennsylvania, Puerto Rico, Texas, Virginia, Wisconsin	05-062-02n
2005	Hawái	05-104-09n

<sup>62</sup> Petitions for Determination of Nonregulated Status. 2013. [http://www.aphis.usda.gov/biotechnology/petitions\\_table\\_pending.shtml](http://www.aphis.usda.gov/biotechnology/petitions_table_pending.shtml)  
[http://www.aphis.usda.gov/brs/aphisdocs/07\\_25301p.pdf](http://www.aphis.usda.gov/brs/aphisdocs/07_25301p.pdf)

Año	Estados	Notificación USDA
2005	Ohio	05-117-07n
2005	Hawái	05-255-03n
2006	California, Colorado, Florida, Hawái, Iowa, Illinois, Indiana, Kansas, Luisiana, Minnesota, Mississippi, Nebraska, New York, Ohio, Puerto Rico, Dakota del Sur, Texas, Wisconsin	06-055-08n
2006	Illinois	06-059-07n
2006	Puerto Rico	106-284-101n
2006	Hawái	06-284-102n
2007	Florida, Georgia, Idaho, Minnesota	07-032-104n
2007	Arkansas, Colorado, Delaware, Florida, Georgia, Hawái, Idaho, Illinois, Indiana, Iowa, Kansas, Kentucky, Luisiana, Maine, Maryland, Minnesota, Missouri, Nebraska, Carolina del Norte, Ohio, Puerto Rico, Dakota del Sur, Texas, Virginia, Wisconsin,	07-043-109n
2007	Hawái, Iowa, Illinois, Minnesota, Nebraska, Puerto Rico, Tennessee, Wisconsin	07-050-101n
2007	Iowa	07-166-101n

**Tabla 18. Estados de la Unión Americana en los que se liberó maíz TC1507, previo a la desregulación.**

Año	Estados	Notificación USDA
2000	Minnesota, Iowa, Nebraska	00-088-37n
2000	Minnesota, Iowa, Nebraska, Kansas, Kentucky, Missouri, Georgia, Michigan, Mississippi, Indiana, Illinois, Dakota del Norte, Ohio, Texas, Dakota del Sur, Hawái, Colorado, Wisconsin, Puerto Rico	00-068-02n
2000	Nebraska	00-010-07n
	Iowa, Wisconsin, Indiana, Puerto Rico	99-357-08n
	Iowa, Wisconsin, Indiana, Puerto Rico	99-274-10n
1999	Minnesota	99-110-05n
1999	Wisconsin, Indiana, Illinois, Iowa, Nebraska, Minnesota, Indiana, Dakota del Sur, Puerto Rico	99-078-10n
1998	Puerto Rico	98-267-02n
1998	Iowa	98-127-07n
1998	Puerto Rico	98-027-02n
1997	Delaware	97-178-02n
1997	Iowa	97-059-04n
1997	Puerto Rico	97-059-02n
1998	Texas	98-040-10n
1998	Hawái	98-040-12n
1998	Puerto Rico	98-040-13n
1998	Iowa	98-072-20n
		98-128-19n

1998	Hawái	98-155-01n
1998	Hawái	98-296-03n
1999	Hawái, Iowa, Illinois, Minnesota, Dakota del Norte, Puerto Rico, Dakota del Sur, Texas, Wisconsin, Nebraska, Missouri, Tennessee	99-028-01r

**Tabla 19. Estados de la Unión Americana en los que se liberó maíz GA21, previo a la desregulación.**

Año	Localización	Notificación USDA
1994	Maui, HI	94-182-03N
1995	Maui, HI	94-283-02N
1995	Champaign, IL	95-074-01N
1996	New London, CT	96-137-02N
1996	Maui, HI	95-158-01N, 96-241-02N
1996	Champaign, IL	96-071-07N
1996	DeKalb, IL	96-071-07N
1996	Jersey, IL	96-071-07N
1996	Warren, IL	96-071-07N
1996	Yauco, PR	96-278-02N

### 5.1.1 Listado de estudios publicados en referencia al maíz Bt11 x MIR162 x TC1507 x GA21

Se presenta una lista de estudios conocidos por Syngenta, en los que se evaluó la seguridad ambiental o la eficiencia de la modificación genética para el manejo de plagas. Esta lista puede considerarse una selección de las publicaciones disponibles referidas a líneas parentales que dieron lugar al evento Bt11 x MIR162 x TC1507 x GA21.

1. Baum, J. A., C.-R. Chu, M. Rugar, G. R. Brown, W. P. Donovan, J. E. Huesing, O. Ilagan, T. M. Malvar, M. Pleau, M. Walters, and T. Vaughn. 2004. Binary toxins from *Bacillus thuringiensis* active against the western corn rootworm, *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte. *Appl. Environ. Microbiol.* 70:4889–4898.
2. Blackwood CB, Buyer JS (2004) Soil microbial communities associated with Bt and non-Bt corn in three soils. In *Journal of Environmental Quality*, Vol 33, pp 832-836
3. Betz, F. S., B. G. Hammond, and R. L. Fuchs. 2000. Safety and advantages of *Bacillus thuringiensis*-protected plants to control insect pests. *Regul. Toxicol. Pharmacol.* 32:156–173
4. Cao-guo Yu, *et al.*, (1997). The *Bacillus thuringiensis* Vegetative Insecticidal Protein Vip3A Lyses Midgut Epithelium Cells of Susceptible Insects, *Applied and Environmental Microbiology*, February 1997, p. 532–536.
5. Doohan JF, Felix J, Jasinski J, Welty C, Kleinhenz MD (2002) Insect management and herbicide tolerance in near-isogenic sister lines of transgenic and non-transgenic sweet corn. In *Crop Protection*, Vol 21, pp 375-381
6. Dutton A, Klein H, Romeis J, Bigler F (2002) Uptake of Bt-toxin by herbivores feeding on transgenic maize and consequences for the predator *Chrysoperla carnea*. *Ecol Entomol* 27: 441-447

7. Dutton A, Romeis J, Bigler F (2003) Assessing the risks of insect resistant transgenic plants on entomophagous arthropods: Bt-maize expressing Cry1Ab as a case study. In *BioControl*, Vol 48, pp 611-636.
8. Escher N, Kach B, Nentwig W (2000) Decomposition of transgenic *Bacillus thuringiensis* maize by microorganisms and woodlice *Porcellio scaber* (Crustacea: Isopoda). *Basic and Applied Ecology* 1: 161-169.
9. Estruch, J. J., G. W. Warren, M. A. Mullins, G. J. Nye, J. A. Craig, and M. G. Koziel. 1996. Vip3A, a novel *Bacillus thuringiensis* vegetative insecticidal protein with a wide spectrum of activities against lepidopteran insects. *Proceedings of the National Academy of Sciences (USA)* 93:5389–5394.
10. Fang, Jun., et al., (2007). Characterization of Chimeric *Bacillus thuringiensis* Vip3 Toxins, *Applied and Environmental Microbiology*, February 2007, p. 956–961.
11. Hanley AV, Huang ZY, Pett WL (2003) Effects of dietary transgenic Bt corn pollen on larvae of *Apis mellifera* and *Galleria mellonella*. In *Journal of Apicultural Research*, Vol 42, pp 77-81
12. Hellmich RL, Siegfried BD, Sears MK, Stanley Horn DE, Daniels MJ, Mattila HR, Spencer T, Bidne KG, Lewis LC (2001) Monarch larvae sensitivity to *Bacillus thuringiensis*-purified proteins and pollen. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 98: 11925-11930.
13. Huang FN, Buschman LL, Higgins RA, Li HR (2002) Survival of Kansas Dipel-resistant European corn borer (Lepidoptera: Crambidae) on Bt and Non-Bt corn hybrids. *Journal of Economic Entomology* 95: 614-621.
14. Jesse LCH, Obrycki JJ (2002) Assessment of the non-target effects of transgenic Bt corn pollen and anthers on the milkweed tiger moth, *Euchatias egle* Drury (Lepidoptera: Arctiidae). *J. of Kansas Entomological Society* 75: 55-58.
15. Keeler, K. 1989. Can genetically engineered crops become weeds? *Bio/Technology* 7:1134-1139.
16. Kyong Lee, Mi., et al., (2003). The Mode of Action of the *Bacillus thuringiensis* Vegetative Insecticidal Protein Vip3A Differs from That of Cry1Ab  $\delta$ -Endotoxin, *Applied and Environmental Microbiology*, Aug. 2003, p. 4648–4657
17. Losey JE, Rayor LS, Carter ME (1999) Transgenic pollen harms monarch larvae. *Nature London* 399: 214
18. Lynch RE, Hamm JJ, Myers RE, Guyer D, Stein J (2003) Baseline susceptibility of the fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) to Cry1Ab toxin: 1998-2000. In *Journal of Entomological Science*, Vol 38, pp 377-385.
19. Meier MS, Hilbeck A (2001) Influence of transgenic *Bacillus thuringiensis* corn-fed prey on prey preference of immature *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). *Basic and Applied Ecology* 2: 35-44.
20. Miki B, and S. McHugh. 2004. Selectable marker genes in transgenic plants: applications, alternatives and biosafety. *Journal of Biotechnology* 107:193–232.
21. Pons X, Stary P (2003) Spring aphid-parasitoid (Hom., Aphididae, Hym., Braconidae) associations and interactions in a Mediterranean arable crop ecosystem, including Bt maize. In *J. Pest Science*, Vol 76, pp 133-138.

22. Raps A, Kehr J, Gugerli P, Moar WJ, Bigler F, Hilbeck A (2001) Immunological analysis of phloem sap of *Bacillus thuringiensis* corn and of the nontarget herbivore *Rhopalosiphum padi* (Homoptera: Aphididae) for the presence of Cry1Ab. *Molecular Ecology* 10: 525-533.
23. Romeis J, Dutton A, Bigler F (2004) *Bacillus thuringiensis* toxin (CryAb) has no direct effect on larvae of the green lacewing *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera : Chrysopidae). In *Journal of Insect Physiology*, Vol 50, pp 175-183.
24. Padgett, S.R., Re, D.B., Barry, G.F., Eichholtz, D.E., Delannay, X., Fuchs, R.L., Kishore, G.M. and Fraley, R.T. (1996). New weed control opportunities: Development of soybeans with a Roundup Ready gene. In: Duke, S.O. (ed.), *Herbicide-resistant crops: Agricultural, environmental, economic, regulatory, and technical aspects*. CRC Press Inc., Boca Raton, Florida, and London, England, pp. 53-84.
25. Shelton, A. M., J-H. Zhao, and R. T. Roush. 2002. Economic, ecological, food safety, and social consequences of the deployment of Bt transgenic plants. *Annual Review of Entomology* 47:845-881.
26. Steinrucken, H.C. & Amrhein, N. (1980). The herbicide glyphosate is a potent inhibitor of 5-enolpyruvyl-shikimate-3-phosphate synthase. *Biochem. Biophys. Res. Comm.* 94:1207-1212.
27. Sullivan DS, Sullivan TP (2000). Non-target impacts of the herbicide glyphosate: A compendium of references and abstracts. 5th Edition. Applied Mammal Research Institute, Summerland, British Columbia, Canada.
28. Saxena D, Flores S, Stotzky G (1999) Insecticidal toxin in root exudates from Bt corn. *Nature London* 402: 480
29. Saxena D, Flores S, Stotzky G (2002) Bt toxin is released in root exudates from 12 transgenic corn hybrids representing three transformation events. *Soil Biology and Biochemistry* 34: 133-137.
30. Saxena D, Flores S, Stotzky G (2002) Vertical movement in soil of insecticidal Cry1Ab protein from *Bacillus thuringiensis*. *Soil Biology and Biochemistry* 34: 111-120.
31. Saxena D, Stotzky G (2000) Insecticidal toxin from *Bacillus thuringiensis* is released from roots of transgenic Bt corn in vitro and in situ. *FEMS Microbiology Ecology* 33: 35-39.
32. Saxena D, Stotzky G (2001) *Bacillus thuringiensis* (Bt) toxin released from root exudates and biomass of Bt corn has no apparent effect on earthworms, nematodes, protozoa, bacteria, and fungi in soil. *Soil Biology and Biochemistry* 33: 1225-1230.
33. Saxena D, Stotzky G (2001) Bt corn has a higher lignin content than non-Bt corn. *American Journal of Botany* 88: 1704-1706
34. Saxena D, Stotzky G (2001) Bt toxin uptake from soil plants. *Nature Biotechnology* 19: 199
35. Scriber J (2001) Bt or not Bt: is that the question? *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 98: 12328-12330
36. Sears MK, Hellmich RL, Stanley Horn DE, Oberhauser KS, Pleasants JM, Mattila HR, Siegfried BD, Dively GP (2001) Impact of Bt corn pollen on monarch butterfly populations: a risk assessment. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 98: 11937-11942
37. Stanley Horn DE, Dively GP, Hellmich RL, Mattila HR, Sears MK, Rose R, Jesse LCH, Losey JE, Obrycki JJ, Lewis L (2001) Assessing the impact of Cry1Ab-expressing corn pollen on monarch butterfly larvae in field studies. *Proceedings of the National Academy of Science*
38. s of the United States of America 98: 11931-11936

39. Storer NP, Van Duyn JW, Kennedy GG (2001) Life History Traits of *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae) on Non-Bt and Bt Transgenic Corn Hybrids in Eastern North Carolina. In Journal of Economic Entomology, Vol 94, pp 1268-1279.
40. U.S. EPA (1992). Pesticide tolerance proposed rule. Federal Register 57: 8739-8740.
41. Wandeler H, Bahylova J, Nentwig W (2002) Consumption of two Bt and six non-Bt corn varieties by the woodlouse *Porcellio scaber*. Basic and Applied Ecology 3: 357-365.
42. Williams, G.M., Kroes, R. & Munro, I.C. (2000). Safety evaluation and risk assessment of the herbicide Roundup and its active ingredient, glyphosate, for humans. Regulatory Toxicology and Pharmacology 31: 117-165.
43. Wu, F., J. D. Miller, and E. A. Casman. 2004. The economic impact of Bt corn resulting from mycotoxin reduction. Journal of Toxicology 23:397-424.
44. Zwahlen C, Hilbeck A, Gugerli P, Nentwig W (2003) Degradation of the Cry1Ab protein within transgenic *Bacillus thuringiensis* corn tissue in the field. Molecular Ecology 12: 765-775.
45. Zwahlen C, Hilbeck A, Howald R, Nentwig W (2003) Effects of transgenic Bt corn litter on the earthworm *Lumbricus terrestris*. Molecular Ecology 12: 1077-1086.

**5.2 En caso de importación copia legalizada o apostillada de las autorizaciones o documentación oficial que acredite que el OGM está permitido conforme a la legislación del país de origen, al menos para su liberación experimental, traducida al español. La Secretaría competente, de considerarlo necesario, podrá requerir copia simple de la legislación aplicable vigente en el país de exportación traducida al español.**

El híbrido de maíz con la tecnología Bt11 x MIR162 x TC1507 x GA21 es producto del mejoramiento tradicional de plantas, y por lo tanto no es automáticamente sujeto a la normativa en todas las jurisdicciones, como son las tecnologías parentales resultantes de la ingeniería genética.

### 5.2.1 Evento parental Bt11

Con el fin de dar cumplimiento al presente requerimiento, se presenta la documentación oficial que acredita que la tecnología Bt11 (SYN-BT-Ø11-1) está permitida en el país de origen (Estados Unidos de Norteamérica) para su comercialización y subsecuente liberación al ambiente.

- Documento de decisión de la APHIS de conceder la desregulación al maíz SYN-BT-Ø11-1, objeto de esta solicitud, para su venta comercial como semilla para siembra sin tener que presentar requisitos adicionales. Emitido el 29 de enero de 1996<sup>63</sup>.
- Documentación que acredita que el grano proveniente de variedades de maíz SYN-BT-Ø11-1, está permitida para su utilización como grano (consumo humano), forraje y ensilado (y animal) en Estados Unidos por parte de la Agencia de Alimentos y Medicamentos (FDA). Emitido el 22 de mayo de 1996<sup>64</sup>.

<sup>63</sup> USDA/APHIS Determination of Non-Regulated Status for Corn Line Bt11  
[http://www.aphis.usda.gov/brs/aphisdocs2/95\\_19501p\\_com.pdf](http://www.aphis.usda.gov/brs/aphisdocs2/95_19501p_com.pdf)

<sup>64</sup> <http://www.cfsan.fda.gov/~rdb/bnfl017.html>

- Aprobación de la Agencia de Protección del Ambiente (EPA) para el uso de la proteína insecticida Cry1Ab expresada en el maíz SYN-BT-Ø11-1. Emitido el 17 de agosto de 1998 y la renovación de la misma emitida el 10 de septiembre de 1997<sup>65</sup>.

### 5.2.2 Evento parental MIR162

Para la línea parental MIR162 (SYN-IR162-4), se presenta la documentación oficial que acredita que la línea parental de maíz con la tecnología MIR162 está permitida en el país de origen (Estados Unidos de Norteamérica) para su comercialización y subsecuente liberación al ambiente.

- Documento de decisión de la APHIS de conceder la desregulación al maíz MIR162, para su venta comercial como semilla para siembra sin tener que presentar requisitos adicionales. Emitido el 20 de abril de 2010<sup>66</sup>.
- Documentación que acredita que el grano y forraje proveniente de variedades de maíz MIR162, está permitida para su utilización como grano (consumo humano), forraje y ensilado (y animal) en Estados Unidos por parte de la Agencia de Alimentos y Medicamentos. Emitido el 09 de diciembre de 2008<sup>67</sup>.
- Aprobación de la Agencia de Protección del Ambiente para el uso de la proteína insecticida Vip3A20 expresada en el maíz MIR162, emitida el 26 de noviembre de 1998<sup>68</sup>.

### 5.2.3 Evento parental TC1507

Para la línea parental TC1507 (DAS-Ø15Ø7-1), se presenta la documentación oficial que acredita que la línea parental de maíz con la tecnología TC1507 está permitida en el país de origen (Estados Unidos de Norteamérica) para su comercialización y subsecuente liberación al ambiente.

- Documento de decisión de la APHIS de conceder la desregulación al maíz TC1507, para su venta comercial como semilla para siembra sin tener que presentar requisitos adicionales. Emitido en junio de 2001<sup>69</sup>.
- Documentación que acredita que el grano y forraje proveniente de variedades de maíz TC1507 está permitida para su utilización como grano (consumo humano), forraje y

<sup>65</sup> U.S Environmental Protection Agency. Approval of a Pesticide Product Registration. <http://www.epa.gov/EPA-PEST/1998/August/Day-17/p22013.htm>

[http://www.epa.gov/scipoly/sap/meetings/2000/october/brad1\\_execsum\\_overview.pdf](http://www.epa.gov/scipoly/sap/meetings/2000/october/brad1_execsum_overview.pdf)

<sup>66</sup> USDA/APHIS Determination of Non-Regulated Status for Corn Line MIR162  
[http://www.aphis.usda.gov/brs/aphisdocs2/07\\_25301p\\_com.pdf](http://www.aphis.usda.gov/brs/aphisdocs2/07_25301p_com.pdf)

<sup>67</sup> <http://www.cfsan.fda.gov/~rdb/bnfl017.html>

<sup>68</sup> <http://cera-gmc.org/docs/decdocs/09-131-023.pdf>

<sup>69</sup> USDA/APHIS Determination of Non-Regulated Status for Corn Line TC1507  
[http://www.aphis.usda.gov/brs/aphisdocs2/00\\_13601p\\_com.pdf](http://www.aphis.usda.gov/brs/aphisdocs2/00_13601p_com.pdf)

ensilado (y animal) en Estados Unidos por parte de la Agencia de Alimentos y Medicamentos. Emitido el 8 de junio de 2001<sup>70</sup>.

- Aprobación de la Agencia de Protección del Ambiente para el uso de la proteína insecticida cry1F expresada en el maíz TC1507, emitida en junio de 2001<sup>71</sup>.

#### 5.2.4 Evento parental GA21

La tecnología GA21 (MON-ØØØ21-9) está permitida en el país de origen (Estados Unidos de Norteamérica) para su comercialización y subsecuente liberación al ambiente.

- Documento de decisión de la APHIS de conceder la desregulación al maíz GA21, objeto de esta solicitud, para su venta comercial como semilla para siembra sin tener que presentar requisitos adicionales. Emitido el 5 de diciembre de 1997<sup>72</sup>.
- Documentación que acredita que el grano proveniente de variedades de maíz GA21, está permitida para su utilización como grano (consumo humano), forraje y ensilado (y animal) en Estados Unidos por parte de la Agencia de Alimentos y Medicamentos. Emitido el 10 de Febrero de 1998<sup>73</sup>.
- Registro y aprobación por la Agencia de Protección del Ambiente para el uso de de la línea GA21. Emitido el 28 de marzo de 1997<sup>74</sup>.

<sup>70</sup> U.S. Food and Drug Administration. Biotechnology Consultation TC1507. <http://cergmc.org/docs/decdocs/bnfM073.pdf>

<sup>71</sup> EPA. Environmental Assessment and Finding of No Significant Impact TC1507. <http://cergmc.org/docs/decdocs/02122001.pdf>

<sup>72</sup> USDA/APHIS Determination of Non-Regulated Status for Corn Line GA21. [http://www.aphis.usda.gov/brs/aphisdocs2/97\\_09901p\\_com.pdf](http://www.aphis.usda.gov/brs/aphisdocs2/97_09901p_com.pdf)

<sup>73</sup> <http://www.cfsan.fda.gov/~rdb/bnfl017.html>

<sup>74</sup> U.S Environmental Protection Agency. Approval of a Pesticide Product Registration. <http://www.epa.gov/pesticides/>

## X. Referencias bibliográficas

- ABSTC, (2002). Field Surveys Of Non-Target Invertebrate Populations In Bt Maize. Report submitted March 14, 2002. Author: Agricultural Biotechnology Stewardship Technical Committee – Non-Target Organism Subcommittee. MRID No 45652001.
- APHIS-USDA (Animal and Plant Health Inspection Service- United States Department of Agriculture) <http://www.aphis.usda.gov/biotechnology/index.shtml>
- Australia New Zealand Food Authority. (2001). Food derived from insectprotected, herbicide tolerant corn Bt-11. A Safety Assessment. TECHNICALREPORT SERIES NO. 10
- Beccaloni, G. W., Scoble, M. J., Robinson, G. S. & Pitkin, B. (Editors). 2003. The Global Lepidoptera Names Index (LepIndex). World Wide Web electronic publication. <http://www.nhm.ac.uk/entomology/lepindex> (accesado 22/06/2009)
- Blackwood CB, Buyer JS (2004) Soil microbial communities associated with Bt and non-Bt corn in three soils. In Journal of Environmental Quality, Vol 33, pp 832-836
- Brusca, R.C. y Brusca, G.J. 2002. Invertebrates. 2da Edición. Sinauer Associates, Inc., E.U.A, p. 600
- Centro de Investigación Regional del Noroeste. Campo Experimental Rio Bravo. 2009. Guía para la asistencia técnica agropecuaria para el área de influencia del Campo Experimental Río Bravo. INIFAP-CIRNE. Disponible en: <http://www.inifapcirne.gob.mx>
- Doebley J. The genetics of maize evolution. Annu. Rev. Genet. 2004. 38:37–59
- Doebley J., Stec A., Wendel J. and Edwards M. 1990. Genetic and morphological analysis of a maize-teosinte F2 population: Implication for the origin of maize. PNAS. Vol. 87, pp 9888-9892. December 1990.
- Dutton A, Klein H, Romeis J, Bigler F (2002) Uptake of Bt-toxin by herbivores feeding on transgenic maize and consequences for the predator Chrysoperla carnea. Ecol Entomol 27: 441-447
- Dutton A, Romeis J, Bigler F (2003) Assessing the risks of insect resistant transgenic plants on entomophagous arthropods: Bt-maize expressing Cry1Ab as a case study. In BioControl, Vol 48, pp 611-636
- EFSA. 2005. Opinion of the Scientific Panel on Genetically Modified Organisms on a request from the Commission related to the notification (Reference C/F/96/05.10) for the placing on the market of insect resistant genetically modified maize SYN-BT-Ø11-1, for cultivation, feed and industrial processing, under Part C of Directive 2001/18/EC from Syngenta Seeds1(Question No EFSA-Q-2004-012) Opinion adopted on 20 April 2005. [http://www.efsa.eu.int/science/gmo/gmo\\_opinions/922/gmo\\_opinion\\_ej213\\_SYN-BT-Ø11-1 X SYN-IR6Ø4-5 X MON-ØØØ21-9maize cultivation en1.pdf](http://www.efsa.eu.int/science/gmo/gmo_opinions/922/gmo_opinion_ej213_SYN-BT-Ø11-1_X_SYN-IR6Ø4-5_X_MON-ØØØ21-9maize_cultivation_en1.pdf)
- Flores S., Saxe D., Stotzky G. 2005. Transgenic Bt plants decompose less in soil than non-Bt plants. Soil Biology & Biochemistry 37 (2005) 1073–1082.
- Halsey M. E., Remund K. M., Davis C. A., Qualls M., Eppard P. J., and Berberich S. A. 2005 Isolation of Maize from Pollen-Mediated Gene Flow by Time and Distance. Crop Sci. 45:2172–2185
- Hernández M., Duplan M-N, Berthier G., Vaitilingom M., Hauser W., Freyer R., Pla M. and Bertheau Y. Development and comparison of four RTi-PCR systems for specific detection and quantification of *Zea mays* L. J. Agric. Food Chem. 2004. 52: 4632-4637.

- Hérouet C., Esdaile D.J., Mallyon B. A., Debruyne E., Schulz A., Currier T., Hendrickx K., Jan van der Klis R., Rouan D. 2005. Safety evaluation of the phosphinothricin acetyltransferase proteins encoded by the pat and bar sequences that confer tolerance to glufosinate-ammonium herbicide in transgenic plants. *Regulatory Toxicology and Pharmacology* 41 (2005) 134–149.
- Hilbeck A, Baumgartner M, Fried PM, Bigler F. (1998a). Effects of transgenic *Bacillus thuringiensis* corn-fed prey on mortality and development time of immature *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). *Environ. Entomol* 27(2): 480-487.
- Hilbeck A, Moar W, Pusztai Carey M, Filippini A, Bigler F. (1998b). Toxicity of *Bacillus thuringiensis* Cry1Ab toxin to the predator *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). *Environmental and Experimental Botany* 27: 1255-1263.
- Huang FN, Buschman LL, Higgins RA, Li HR (2002) Survival of Kansas Dipel-resistant European corn borer (Lepidoptera: Crambidae) on Bt and Non-Bt corn hybrids. *Journal of Economic Entomology* 95: 614-621.
- Ignoffo, C.M. (1973). Effects of entomopathogens on vertebrates. *Ann. N.Y. Acad. Sci.* 217: 144–172.
- Johnson K. L., Raybould A. F., Hudson M. D. and Poppy G. M. 2006. How does scientific risk assessment of GM crops fit within the wider risk analysis? *TRENDS in Plant Science* Vol.12 No.1. Pg 1-5
- Kato Y., T.A. y J.J. Sánchez G. 2002. Introgression of chromosome knobs from *Zea diploperennis* into maize. *Maydica* 47: 33-50.
- Llorente, J. y A. Luis. 1998. Lista sinonímica de los Papilionidea (Insecta: Lepidoptera) de México. Proyecto Conabio Q004.
- Llorente, J., A. M. Luis, I. F. Vargas y J. M. Soberón. 1996. Papilionoidea (Lepidoptera). Cap. 33, pp. 531-548. En: Llorente, J., A.N. García y E. González (Eds.). *Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de Artrópodos de México: Hacia una Síntesis de su Conocimiento*. Instituto de Biología. UNAM. México
- Loria R., Bukhalid R. A., Fry B. A., King R. R. 1997. Plant Pathogenicity in the Genus *Streptomyces*. *Plant Disease* Vol 81 No. 8: 836-846 (Aug. 1997).
- Luis M. A., Llorente B. J., Vargas F. I. y Warren A. D. 2003. Biodiversity and Biogeography of mexican butterflies (Lepidoptera: Papilionoidea and Hesperioidea). *Proc. Entomol. Soc. Wash.* 105 (1), 2003. 209-224.
- Luis Martínez Armando, Llorente Bousquets Jorge, Vargas Fernández Isabel y Gutiérrez Ana Lilia. 2000. Síntesis preliminar del conocimiento de los *Papilionoidea* (Lepidoptera: Insecta) de México. In: *Hacia un Proyecto CYTED para el Inventario y Estimación de la Diversidad Entomológica en Iberoamérica: PrIBES-2000*. Martín-Piera, F., J.J. Morrone & A. Melic (Eds.) ISBN: 84-922495-1-x m3m : Monografías Tercer Milenio vol. 1, SEA, Zaragoza, 2000. pp.: 275 - 285.
- Luis Martínez M.A. 1998. Papilionoidea de México Parte I: Papilionoidea y Pieridae. Museo de Zoología "Alfonso L Herrera", Departamento de Biología, F.C. UNAM Bases de datos SNIB-CONABIO proyecto P 63 México, D.F. Consultado: 29/06/2009
- Lumbierres B.N., Albajes R. and Pons X. Transgenic Bt maize and *Rhopalosiphum padi* (Hom., Aphididae) performance. *Ecological Entomology* (2004) 29, 309–317

- Luna R. M. y Llorente B.J. 2004. Papilionoidea (Lepidoptera: Raphalocera) de la Sierra Nevada, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.) 20 (2) 79-102 (2004).
- Luna S. V., Figueroa J. M., Baltazar B. M., Gomez L R., Townsend R., and Schoper J. B. 2001. Maize Pollen Longevity and Distance Isolation Requirements for Effective Pollen Control. *Crop Sci.* 41:1551–1557.
- Matsuoka Y., Vigouroux Y., Goodman M. M., Sanchez G. J., Buckler E. and Doebley J. A single domestication for maize shown by multilocus microsatellite genotyping *PNAS* vol. 99 no. 9, pag. 6080–6084
- Melé, E., Messeguer, J., Bénétrix, F., Bloc, D., Foueillassar, X., Fabié, A. and Poeydomenge, C. (2004) Genetically modified maize: pollen movement and crop coexistence. *PG Economics* 2004.
- Morrone Juan J., Llorente-Bousquets Jorge. 2006. Componentes bióticos principales de la Entomofauna Mexicana Vol II. Las Prensas de Ciencias. UNAM
- Niebur, W. S., (1993) Maize. *In: Traditional crop breeding practices: an historical review to serve as a baseline for assessing the role of modern biotechnology.* OECD pp 113-121. <http://www.oecd.org/dataoecd/57/48/1946204.pdf>
- OECD, 1999. Consensus Document On General Information Concerning The Genes And Their Enzymes That Confer Tolerance To Phosphinothricin Herbicide. Series on Harmonization of Regulatory Oversight in Biotechnology No. 11 Paris, France: Joint Meeting of the Chemicals Committee and the Working Party on Chemicals, Pesticides and Biotechnology, Environment Directorate, Organisation for Economic Co-operation and Development. 26 pp. [http://www.oilis.oecd.org/oilis/1999doc.nsf/LinkTo/NT00002CCE/\\$FILE/06E96250.PDF](http://www.oilis.oecd.org/oilis/1999doc.nsf/LinkTo/NT00002CCE/$FILE/06E96250.PDF)
- OECD. 2003. *Consensus Document On The Biology Of Zea mays Subsp. mays (Maize)*. Series on Harmonisation of Regulatory Oversight in Biotechnology, No. 27. Paris, France: Joint Meeting of the Chemicals Committee and the Working Party on Chemicals, Pesticides and Biotechnology, Environment Directorate, Organisation for Economic Co-operation and Development. 49 pp. [http://www.oilis.oecd.org/oilis/2003doc.nsf/LinkTo/NT0000426E/\\$FILE/JT00147699.PF](http://www.oilis.oecd.org/oilis/2003doc.nsf/LinkTo/NT0000426E/$FILE/JT00147699.PF) (accesado 03/03/2009).
- OECD. 2007. *Consensus Document On Safety Information On Transgenic Plants Expressing Bacillus thuringiensis - Derived Insect Control Proteins*. Series On Harmonisation Of Regulatory Oversight In Biotechnology No. 42. ENV/JM/MONO(2007)14. Paris, France: Joint Meeting of the Chemicals Committee and the Working Party on Chemicals, Pesticides and Biotechnology, Environment Directorate, Organisation for Economic Co-operation and Development. 109 pp.
- OGTR. 2008. *The Biology of Zea mays L. spp. mays (maize or corn)*. 81 pp. Office of the Gene Technology Regulator. Australian Government. <http://www.ogtr.gov.au/internet/ogtr/publishing.nsf/Content/riskassessments-1> (accesado 05/03/2009).
- Padgett, S.R., Re, D.B., Barry, G.F., Eichholtz, D.E., Delannay, X., Fuchs, R.L., Kishore, G.M. and Fraley, R.T. (1996). New weed control opportunities: Development of soybeans with a Roundup Ready gene. *In: Duke, S.O. (ed.), Herbicide-resistant crops: Agricultural,*

- environmental, economic, regulatory, and technical aspects. CRC Press Inc., Boca Raton, Florida, and London, England, pp. 53-84.
- Pons X, Stary P (2003) Spring aphid-parasitoid (Hom., Aphididae, Hym., Braconidae) associations and interactions in a Mediterranean arable crop ecosystem, including Bt maize. In J. Pest Science, Vol 76, pp 133-138.
- Raps A, Kehr J, Gugerli P, Moar WJ, Bigler F, Hilbeck A (2001) Immunological analysis of phloem sap of *Bacillus thuringiensis* corn and of the nontarget herbivore *Rhopalosiphum padi* (Homoptera: Aphididae) for the presence of Cry1Ab. *Molecular Ecology* 10: 525-533.
- Romeis J, Dutton A, Bigler F (2004) *Bacillus thuringiensis* toxin (CryAb) has no direct effect on larvae of the green lacewing *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera : *Chrysopidae*). In *Journal of Insect Physiology*, Vol 50, pp 175-183.
- Rønning, S.B., Vaitilingom, M, Berdal, K.G. & Holst-Jensen, A. 2003. Event specific real-time quantitative PCR for genetically modified Bt11 maize (*Zea mays*). *Eur Food Res Technol* 216: 347– 354.
- Sanvido O., Stark M., Romeis J. and Bigler F. 2006. Ecological impacts of genetically modified crops Experiences from ten years of experimental field research and commercial cultivation. Agroscope Reckenholz-Tänikon Research Station ART.
- Sanvido O., Widmer F., Winzeler M., Streit B., Szerencsits E. and Bigler F. 2008 Definition and feasibility of isolation distances for transgenic maize cultivation. *Transgenic Res* 17:317–335
- Schoelz J., Shepherd R. J., and Daubert S. 1986. Region VI of Cauliflower Mosaic Virus Encodes a Host Range Determinant. *Molecular and Cel. Biology*, Jul.1986, Vol. 6, No. 7 p. 2632-2637.
- Siegfried B. D., Zoerb A. C. & Spencer T. 2001. Development of European corn borer larvae on Event 176 Bt corn: influence on survival and fitness. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 100: 15–20, 2001.
- Sistema de Información de Organismos Vivos Modificados (SIOVM) [en línea]. México, D.F. Proyecto GEF- CIBIOGEM /CONABIO. Fecha de actualización 19/12/2008 Disponible en web:  
[http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/bioseguridad/doctos/consulta\\_SIOVM.htm](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/bioseguridad/doctos/consulta_SIOVM.htm)  
 | Fecha de consulta: 23/03/2009
- Sistema Integrado de Información Taxonómica SIIT\*mx. 2009. Generado en: 12-Junio -2009 || Datos o Información como en 30-Enero -2009.  
<http://www.biodiversidad.gob.mx/especies/CAT.html>
- Smith, A.E. & Belyk, M. B. (1989). Field persistence studies with the herbicide glufosinate-ammonium in Saskatchewan solis. *J. Environ. Qual.* **18**:475-479.
- Stanley-Horn, D.E., Dively, G.P., Hellmich, R.L., Mattila, H.R., Sears, M.K., Rose, R., Jesse, L.C., Losey, J.E., Obrycki, J.J. and Lewis, L. (2001) Assessing the impact of Cry1Ab-expressing corn pollen on monarch butterfly larvae in field studies. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 98 (21) 11931 – 11936
- Steinrucken, H.C. & Amrhein, N. (1980). The herbicide glyphosate is a potent inhibitor of 5-enolpyruvyl-shikimate-3-phosphate synthase. *Biochem. Biophys. Res. Comm.* 94:1207-1212.
- Tropicos 2009 *Tropicos.org*. Missouri Botanical Garden. 10 Feb 2009 <http://www.tropicos.org>

- U. S. EPA (1988) Observational assessment of neurotoxicity and determination of glutamine synthetase activity, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, and glutamate levels in brain, liver and kidney of female Wistar rats. Data evaluation report reviewed by W. Phang M. Van Germet and W Sette. Sept 19.
- U.S. EPA (1984) Acute oral toxicity of HOE 39866 to the male and female dog. Unpublished evaluation (Sept. 24)
- U.S. EPA (1992) EFGWB review of ammonium DL-homocysteine-4-yl methylphosphinate (glufosinate de amonio) Memo de A.A. Abromovitch to J. Miller and J. Mayes (July 23)
- U.S. EPA Office of pesticides and toxic substances (1993). Pesticides fact sheet: Glufosinate ammonium (June 29)
- Warren, A. D., K. J. Davis, N. V. Grishin, J. P. Pelham, E. M. Stangeland. 2009. Interactive Listing of American Butterflies. [2-VI-09] <http://www.butterfliesofamerica.com>
- World Health Organization, 1999. Environmental Health Criteria 217. Microbial Pest Control Agent *Bacillus thuringiensis*. Disponible en : <http://www.who.int/ipcs/publications/ehc/en/EHC217.PDF> (accesado 22/05/09).