Dow AgroSciences de México, S.A. de C.V.

Av. Patria # 2085 Piso 4, Col. Puerta de Hierro
Zapopan, Jal.
CP 45116,
Tel. (33) 3678 2400

Solicitud de Liberación al Ambiente Programa Piloto del Maíz Genéticamente Modificado PowerCore™ evento apilado MON-89Ø34-3 x DAS-Ø15Ø7-1 x MON- ØØ6Ø3-6 En el Estado de Tamaulipas

Ciclo Agrícola OI 2013 – 2014

CONFIDENCIAL

Presentada ante el SENASICA-SAGARPA

Por

Dow AgroSciences de México S.A. de C.V.

Noviembre, 2013

ANTECEDENTES

Con fundamento en el Artículo 32 de la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados (LBOGM), los interesados en realizar actividades de liberación programa piloto al ambiente de OGM, así como la importación de semilla para esa actividad, deberán presentar ante la SAGARPA una solicitud por escrito que contenga los datos que indica el Artículo 5 del Reglamento de la Ley referida (RLBOGM), además, deberá estar acompañada de la información a que hacen referencia el Artículo 17 del Reglamento.

Por otro lado, en cumplimiento con el Artículo 33 de la LBOGM y su Reglamento Vigente la presente solicitud se pondrá a disposición del público para su consulta pública.

En base al Artículo 70 de la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados, alguna de la información y documentos que se presentan en esta solicitud estarán identificados con el carácter confidencial, por lo que se obligan, según el propósito indicado en la misma Ley, a no divulgarla, dispersarla o revelarla a terceros, debiendo proteger en todo momento el acceso a esta información a excepción de aquellos a los que se refiere el Artículo 71 de la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados.

GENERALIDADES

Promovente: Dow AgroSciences de México S.A. de C.V.

Cultivo: Maíz (*Zea mays* L.)

Evento: MON-89Ø34-3 × DAS-Ø15Ø7-1 × MONØØ6Ø3-6

Nombre comercial: PowerCore™

Características conferidas: Resistencia a insectos lepidópteros y tolerancia al herbicida glifosato y glufosinato de amonio**.**

Modalidad de la liberación: Programa Piloto

Sitios de liberación: Matamoros y Río Bravo, Tamaulipas

Ciclo Agrícola: Otoño-Invierno 2013/2014

Siembra: Febrero, 2014

Cantidad de semilla a importar: 80.4 Kg (80 kg para el desarrollo de los protocolos, 0.4 kg para muestra OISA)

Contenido

PARTE I

I. NOMBRE, DENOMINACIÓN O RAZÓN SOCIAL DEL PROMOVENTE 10

II. DOMICILIO PARA OÍR Y RECIBIR NOTIFICACIONES, ASÍ COMO LOS DATOS DE LAS PERSONAS AUTORIZADAS PARA RECIBIRLAS 10

A. DOMICILIO 10

B. PERSONAS AUTORIZADAS PARA OÍR Y RECIBIR NOTIFICACIONES..... 10

III. MODALIDAD DE LA LIBERACIÓN SOLICITADA Y LAS RAZONES QUE DAN MOTIVO A LA PETICIÓN. 12

IV. SEÑALAR EL ÓRGANO DE LA SECRETARÍA COMPETENTE, AL QUE SE DIRIGE LA SOLICITUD 13

V. LUGAR Y FECHA..... 13

VI. FIRMA DEL INTERESADO O DEL REPRESENTANTE LEGAL, O EN SU CASO, HUELLA DIGITAL. 13

PARTE II

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN DEL PERMISO DE LIBERACIÓN EXPERIMENTAL O COPIA DEL REFERIDO PERMISO 14

II. REFERENCIA Y CONSIDERACIONES SOBRE EL REPORTE DE LOS RESULTADOS DE LA LIBERACIÓN EXPERIMENTAL EN RELACIÓN CON LOS POSIBLES RIESGOS AL MEDIO AMBIENTE Y LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA Y, ADICIONALMENTE, A LA SANIDAD ANIMAL, VEGETAL O ACUÍCOLA 15

A. EQUIVALENCIA AGRONÓMICA 15

B. CARACTERIZACIÓN DE INSECTOS NO BLANCO 16

C. EFECTIVIDAD BIOLÓGICA DEL MAÍZ GM POWERCORE CONTRA EL ATAQUE DE INSECTOS LEPIDÓPTEROS DEFOLIADORES Y TOLERANCIA A LA APLICACIÓN FOLIAR DE GLIFOSATO 18

D. CONCLUSIONES DEL PROGRAMA DE LIBERACIÓN EXPERIMENTAL..... 19

III. CANTIDAD DEL OGM A LIBERAR..... 21

IV. CONDICIONES DE MANEJO QUE SE DARÁN AL OGM..... 22

A. MOVILIZACIÓN 22

1. RUTA ALTERNA 23

B. EMPAQUE Y TRANSPORTE..... 24

C. ACCIONES CORRECTIVAS EN CASO DE UNA LIBERACIÓN ACCIDENTAL..... 27

V. IDENTIFICACIÓN DE LA ZONA DONDE SE PRETENDA LIBERAR EL OGM . 28

A. SUPERFICIE TOTAL DEL PREDIO O PREDIOS DONDE SE REALIZARÁ LA LIBERACIÓN 28

B. UBICACIÓN EN COORDENADAS UTM DEL POLÍGONO O POLÍGONOS DONDE SE REALIZARÁ LA LIBERACIÓN 28

C. DESCRIPCIÓN DE LOS POLÍGONOS DONDE SE REALIZARÁ LA LIBERACIÓN Y DE LAS ZONAS VECINAS 31

1. LISTADO DE ESPECIES CON INTERACCIÓN EN EL ÁREA DE LIBERACIÓN 50

1. PLANO DE UBICACIÓN SEÑALANDO LAS PRINCIPALES VÍAS DE COMUNICACIÓN 60

VI. MEDIDAS DE MONITOREO Y DE BIOSEGURIDAD A REALIZAR 63

A. MEDIDAS DE MONITOREO..... 63

1. PLAN DE MONITOREO DETALLADO 63

2. ESTRATEGIAS DE MONITOREO POSTERIORES A LA LIBERACIÓN DEL OGM, CON EL FIN DE DETECTAR CUALQUIER INTERACCIÓN ENTRE EL OGM Y ESPECIES PRESENTES EN EL ÁREA DONDE SE PRETENDA REALIZAR LA LIBERACIÓN..... 67

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..... 68

D. MEDIDAS DE BIOSEGURIDAD..... 69

1. MEDIDAS PARA LA ERRADICACIÓN DEL OGM EN ZONAS DISTINTAS A LAS PERMITIDAS..... 69

2. MEDIDAS PARA LA PROTECCIÓN DE LA SALUD HUMANA Y EL AMBIENTE, EN CASO DE QUE OCURRIERA UN EVENTO DE LIBERACIÓN NO DESEADO 71

E. PROPUESTAS DE PROTOCOLOS PARA EVALUAR EL RIESGO AL MEDIO AMBIENTE Y A LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA, ASÍ COMO A LA SANIDAD VEGETAL..... 74

1. MANTENER LA EFICACIA DEL CULTIVO GM RESISTENTES A INSECTOS PARA CONTROLAR PLAGAS OBJETIVO.....
..... 74

2. MANTENER LA EFICACIA DE MALEZAS EN CULTIVOS GM TOLERANTES A HERBICIDAS..... 77

3. MANTENER EL MEDIO AMBIENTE AGRÍCOLA (AGRO-ECOSISTEMA) 77

4. MANTENER LA FITOSANIDAD DEL CULTIVO. 78

5. PLANTAS VOLUNTARIAS 79

VII. NÚMERO DE AUTORIZACIÓN EXPEDIDA POR SALUD, CUANDO EL OGM SE DESTINE A USO O CONSUMO HUMANO, O TENGA FINALIDADES DE SALUD PÚBLICA O SE DESTINE A LA BIORREMEDIACIÓN 81

VIII. EN CASO DE IMPORTACIÓN DEL OGM, 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, TRADUCIDA EN ESPAÑOL
81

IX. PROPUESTA DE VIGENCIA DEL PERMISO Y LOS ELEMENTOS EMPLEADOS PARA DETERMINARLA..... 82

X. REFERENCIAS CONSULTADAS..... 82

Índice de Tablas

Tabla 1. Datos de identificación del permiso de liberación experimental 14

Tabla 2. Cantidad de semilla a liberar y número de ensayos 21

Tabla 3. Superficie de liberación y cantidad de semilla solicitada para el desarrollo de los protocolos para la liberación etapa piloto del maíz genéticamente modificado PowerCore™ 28

Tabla 4. Coordenadas Polígono 1. Matamoros, Tamaulipas 29

Tabla 5. Ubicación y coordenadas UTM del polígono 2. 30

Tabla 6. Información geográfica del estado de Tamaulipas donde se llevará a cabo la liberación. 36

Tabla 7. Elevaciones principales (INEGI. Carta Topográfica) 38

Tabla 8. Temperatura media anual del Estado de Tamaulipas 42

Tabla 9. Precipitación total anual en el Estado de Tamaulipas (milímetros) 43

Tabla 10. Descripción del clima en estado de Tamaulipas (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2010) 44

Tabla 11. Información específica para los municipios de liberación piloto de esta solicitud: Matamoros y Río Bravo (INEGI, 2009) 47

Tabla 12. Principales malezas con interacción en el área de liberación en Tamaulipas 52

Tabla 13. Principales Plagas con interacción en el área de liberación del OGM, en Tamaulipas .. 53

Tabla 14. Principales organismos no-blanco que tienen interacción con el cultivo del maíz en la zona de liberación. 56

Tabla 15. Herramientas para la detección de los eventos MON-89Ø34-3, DAS-Ø15Ø7-1 y MON-ØØ6Ø3-6. 68

Tabla 16. Ejemplo de plantilla para el registro del monitoreo de plantas voluntarias 80

Índice de Figuras

Figura 1. Diagrama de Ruta de movilización de la semilla PowerCore™ para los protocolos propuesto en esta solicitud. 22

Figura 2. Diagrama de la Ruta alterna de movilización de la semilla PowerCore™ para los protocolos propuesto en esta solicitud. 23

Figura 3. Etiqueta para el empaque de semillas reguladas 25

Figura 4. Ubicación polígono 1, Matamoros, Tamaulipas 29

Figura 5. Ubicación polígono 2, Río Bravo, Tamaulipas. 30

Figura 6. Municipios potenciales para la liberación experimental del maíz PowerCore™ 31

Figura 7. Áreas Naturales Protegidas Tamaulipas y Polígonos de Liberación Piloto 32

Figura 8. Propuesta de liberación experimental en la ecorregión clasificada como Planicie Costera Tamaulipeca con vegetación xerófila o sin vegetación aparente 33

Figura 9. Distritos de Riego en el estado de Tamaulipas y propuesta de áreas de liberación experimental. 34

Figura 10. Polígonos de liberación propuestos en relación a las ANP, Centro de Origen y Diversidad Genética del Maíz y Distritos de Riego 35

Figura 11. Plano de las principales elevaciones topográficas del Estado de Tamaulipas (INEGI, 2010). 37

Figura 12. Plano de la geología del Estado de Tamaulipas 39

Figura 13. Plano de los diferentes tipos de clima del estado de Tamaulipas. 41

Figura 14. Regiones hidrológicas del estado de Tamaulipas y sus respectivas cuencas 46

Figura 15. Agricultura y tipos de vegetación en el Estado de Tamaulipas……46

Figura 16. Riqueza conocida de teocintles (*Zea diploperennis, Z. mays mexicana, Z. mays parviglumis* y *Z. perennis*) (INE, CONABIO, 2008) 51

Figura 17. Plano de ubicación con principales vías de comunicación de Matamoros, Tamaulipas.61

Figura 18. Plano de ubicación y principales vías de comunicación de Río Bravo, Tamaulipas..... 62

Listado de Anexos

Anexo 1. Protocolos de investigación propuestos

Anexo 2. Poder Legal de David Lugo Barrera

Anexo 3. Copia del permiso de liberación en etapa experimental, solicitud 050_2012, permiso B00.04.03.02.01.00471/2013

Anexo 4. Copia de acuse de recibido de Reporte de Resultados correspondiente a la etapa de liberación experimental, solicitud 050_2012, permiso de liberación B00.04.03.02.01.00471/2013

Anexo 5. Autorización FDA- EPA- APHIS-USDA

Anexo 6. Autorización Brasil

Anexo 7. Autorización Argentina

Anexo 8. Autorización COFEPRIS

Anexo 9. Coordenadas UTM de los polígonos de liberación

Parte I

Requisitos de información de acuerdo al Artículo 5 del RLBOGM

I. NOMBRE, DENOMINACIÓN O RAZÓN SOCIAL DEL PROMOVENTE

Dow AgroSciences de México S.A. de C.V.

Blvd. Manuel Ávila Camacho #32, Piso 6

Col. Lomas de Chapultepec, Del. Miguel Hidalgo

C.P. 11000

México, D.F.

II. DOMICILIO PARA OÍR Y RECIBIR NOTIFICACIONES, ASÍ COMO LOS DATOS DE LAS PERSONAS AUTORIZADAS PARA RECIBIRLAS

a) Domicilio

Dow AgroSciences de México S.A. de C.V.

Av. Patria # 2085, Piso 4, Fracc. Plaza Andares

C.P. 45116. Zapopan, Jalisco.

b) Personas autorizadas para oír y recibir notificaciones

Dr. J. Ángel Saavedra M.

Gerente de Regulación y Asuntos con Gobierno

Tel. (33) 3678-2452

jsaavedra@dow.com

Ing. David Lugo Barrera
Regulatory Specialist, Crop Protection R&D
Tel. (33) 3678-2408
dlugobarrera@dow.com

Ing. Julia Moncada Arredondo
Field Compliance & Product Stewardship Biotechnology
Tel. (33) 3678-2454
moncadaarredondo@dow.com

MC. Juan Carlos Martínez Nicolás
I&D Biotecnología
Tel. (33) 3678-2494
jnicolas@dow.com

Ing. Ninfa Cristina Félix Bermúdez
Regulatory Associate Biotech
Tel. (33) 3678-2402
nfelix@dow.com

Alejandra Nieto
Tel. (33)36782412
anieto@dow.com

Blanca Sierra Correa
Tel. (55) 54144145
bsierraglp@prodigy.net.mx

III. MODALIDAD DE LA LIBERACIÓN SOLICITADA Y LAS RAZONES QUE DAN MOTIVO A LA PETICIÓN.

La presente solicitud se plantea para la liberación en **etapa piloto** del maíz genéticamente modificado, con los eventos apilados **MON-89Ø34-3 × DAS-Ø15Ø7-1 × MONØØ6Ø3-6**, en el Estado de Tamaulipas, bajo la responsabilidad jurídica de **Dow AgroSciences de México S.A. de C.V.**, durante el ciclo agrícola Otoño-Invierno, 2013-2014 para sembrar en el mes de Febrero del 2014, de conformidad con el Artículo 3, Fracción XVIII; Artículo 32, Fracción II; y Artículos 50 y 51 de la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados, y a los Artículos 5, 6, 7 y 17 del Reglamento de la LBOGM.

Dow AgroSciences de México S.A. de C.V. presenta esta solicitud con el principal objetivo de evaluar la relación costo-beneficio de la producción del maíz con los eventos apilados **MON-89Ø34-3 × DAS-Ø15Ø7-1 × MONØØ6Ø3-6** en comparación con su contraparte convencional (**Protocolo No. 1**), otro objetivo es corroborar la eficacia biológica del maíz tolerante al herbicida Glifosato y Glufosinato de Amonio, así como su eficacia del cultivo GM a la resistencia de las plagas objetivo a controlar (**Protocolo No. 2**) y evaluar la presencia, comportamiento e impacto de las plagas secundarias sobre la sanidad al cultivo GM respecto de su control convencional (**Protocolo No. 3).**

La semilla de maíz con el evento **MON-89Ø34-3 × DAS-Ø15Ø7-1 × MONØØ6Ø3-6**, se sembrará en campos de agricultores cooperantes en los Municipios de Matamoros y Río Bravo en el estado de Tamaulipas (**Protocolos No. 1, 2 y 3**) durante el ciclo agrícola Otoño-Invierno 2013-2014.

Para cumplir con los objetivos planteados en la presente solicitud, será necesario importar 80.4 **kg.,** de semilla de maíz con el evento **MON-89Ø34-3 × DAS-Ø15Ø7-1 × MONØØ6Ø3-6** para la realización de los protocolos propuestos. En secciones posteriores se abordan más ampliamente los detalles de cada uno de los ensayos planteados en esta solicitud. Los protocolos de investigación completos se encuentran en el **Anexo 1.**

IV. SEÑALAR EL ÓRGANO DE LA SECRETARÍA COMPETENTE, AL QUE SE DIRIGE LA SOLICITUD

Conforme a lo dispuesto en el Artículo 12, Fracción I, de la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados, la autoridad competente para atender a esta solicitud es la **SAGARPA**, quién ante el Registro Federal de Trámites de la Comisión Federal de la Mejora Regulatoria, registró como responsable del trámite a la Dirección General de Inocuidad Agroalimentaria, Acuícola y Pesquera.

V. LUGAR Y FECHA

Zapopan, Jalisco, a 4 de noviembre de 2013.

VI. FIRMA DEL INTERESADO O DEL REPRESENTANTE LEGAL, O EN SU CASO, HUELLA DIGITAL.

En el **Anexo 2**, se encuentra la Copia del Poder Legal del Ing. David Lugo Barrera.

Parte II

Requisitos de información de acuerdo al Artículo 5 del RLBOGM

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN DEL PERMISO DE LIBERACIÓN EXPERIMENTAL O COPIA DEL REFERIDO PERMISO

Durante el ciclo agrícola Otoño-Invierno 2012-2013 se llevó a cabo la liberación experimental del maíz GM **PowerCore™ MON-89Ø34-3 × DAS-Ø15Ø7-1 × MONØØ6Ø3-6** (**Solicitud 050_2012, permiso de liberación B00.04.03.02.01.11069**). En esta liberación se realizaron ensayos experimentales para evaluar la eficacia biológica del maíz GM con los eventos apilados **MON-89Ø34-3 × DAS-Ø15Ø7-1 × MONØØ6Ø3-6,** el efecto sobre los organismos no blanco y la equivalencia agronómica entre este maíz GM y su isohíbrido no transgénico. En la **Tabla 1** se encuentran los datos de liberación experimental de **PowerCore™** en el estado de Tamaulipas.

Tabla 1. Datos de identificación del permiso de liberación experimental

Etapa	Número de solicitud	Número de permiso	Sitio de liberación
Experimental	050_2012	B00.04.03.02.01-00471/2013	Matamoros, Tamaulipas

Anexo 3. Copia del Permiso de Liberación B00.04.03.02.01-00471/2013 emitido por la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación

II. REFERENCIA Y CONSIDERACIONES SOBRE EL REPORTE DE LOS RESULTADOS DE LA LIBERACIÓN EXPERIMENTAL EN RELACIÓN CON LOS POSIBLES RIESGOS AL MEDIO AMBIENTE Y LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA Y, ADICIONALMENTE, A LA SANIDAD ANIMAL, VEGETAL O ACUÍCOLA

El reporte de resultados correspondiente a la liberación experimental **solicitud 050_2012, permiso de liberación B00.04.03.02.01.00471/2013** se entregó de acuerdo a lo dispuesto en los Artículos 46 y 53 de la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados (LBOGM) y lo establecido en el Reglamento de la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados (RLBOGM) en el Artículo 18.

En el **Anexo 4** se encuentra el acuse de recibo del Reporte de Resultados correspondiente al permiso de liberación en etapa experimental B00.04.03.02.01.00471/2013.

Los objetivos de la liberación experimental del maíz GM **PowerCore™ solicitud 050_2012, permiso de liberación B00.04.03.02.01.00471/2013,** fueron el evaluar la equivalencia agronómica de éste con un isohíbrido no transgénico, evaluar la efectividad biológica de los eventos apilados **MON-89Ø34-3 × DAS-Ø15Ø7-1 × MON-ØØ6Ø3-6** contra el ataque de insectos lepidópteros y eficacia biológica respecto a la tolerancia a la aplicación del herbicida glifosato, así como realizar un estudio de caracterización de los organismos no blanco. Esta liberación se realizó durante el ciclo agrícola Otoño-Invierno 2012-2013 en Matamoros, Tamaulipas y los estudios se llevaron a cabo por **Dow AgroSciences** en colaboración con los investigadores del Centro De Biotecnología Genómica Del Instituto Politécnico Nacional.

a) Equivalencia agronómica

Después de esta liberación experimental, se obtuvo la información suficiente para demostrar que el maíz genéticamente modificado, bajo las mismas condiciones de cultivo, es agronómicamente equivalente a un isohíbrido no transgénico, puesto que no existen cambios estadísticamente significativos en cuanto a porcentajes de germinación y emergencia entre el maíz genéticamente modificado (GM) y su contraparte convencional (Isohíbrido), además de que se demostró que la inserción en el maíz genéticamente modificado (**MON-89Ø34-3 × DAS-Ø15Ø7-1 × MONØØ6Ø3-6**), no modifica sus características fenotípicas-agronómicas, ni la biología vegetativa ni reproductiva en comparación con su isohíbrido. El ensayo de equivalencia agronómica consistió en dos tratamientos; el

evento de maíz GM **PowerCore™** y un isohíbrido convencional. En este experimento se midieron las variables de vigor de plántula, emergencia, días a floración femenina y masculina, incidencia y daños por enfermedades, permanencia del verde del follaje ("Stay-green"), altura de mazorca, altura de planta, acame de tallo y raíz, incidencia de enfermedades en la mazorca, evaluación de plagas no objetivo, evaluación de plagas objetivo y rendimiento de grano.

A pesar de que no se detectaron diferencias significativas en la mayoría de las características de equivalencia agronómica entre tratamientos, en la mayoría de ellas se observaron los mayores promedios en el maíz GM (vigor de planta, altura de planta y de mazorca, rendimiento de grano), mientras que otras que podrían considerarse desfavorables para el cultivo como mayor precocidad que acorta la etapa reproductiva y por ende, la duración del período de llenado de grano; mayores acames de tallo y raíz, pudrición de la mazorca, incidencias de plagas primarias y secundarias, se presentaron con mayor frecuencia en el isohíbrido convencional.

También, la incidencia de plagas no objetivo como trips y 'pulga saltona' (*Epitrix*) fue mayor en el isohíbrido. En cuanto a la plaga objetivo, gusano cogollero, su control requirió de una aplicación de producto químico sólo en el isohíbrido. El híbrido GM exhibió incidencias cercanas a cero a través de muestreos.

Los resultados de esta evaluación vislumbran que ésta tecnología será un factor importante para retomar el cultivo del maíz en los dos ciclos anuales que podrían establecerse en el norte del estado de Tamaulipas (Reyes-Méndez y Cantú-Almaguer, 2006).

Los resultados del estudio de equivalencia agronómica realizado en esta etapa de liberación experimental, permiso de liberación **B00.04.03.02.01.00471/2013**, demostraron que el maíz GM **MON-89Ø34-3 × DAS-Ø15Ø7-1 × MONØØ6Ø3-6** no es diferente significativamente a su isohíbrido mas que en las características de resistencia a insectos lepidópteros y tolerancia a herbicidas introducidas por su modificación genética.

b) Caracterización de insectos no blanco

Durante la liberación experimental de **PowerCore™, permiso de liberación B00.04.03.02.01.00471/2013**, se realizó un análisis del comportamiento de insectos no blanco, en un medio ambiente agroecológico en donde los insectos tuvieron que interaccionar con tecnologías de maíz tradicionales y otras de maíz genéticamente modificado (**MON-89Ø34-3 × DAS-Ø15Ø7-1 × MONØØ6Ø3-6**) con resistencia a algunos insectos lepidópteros.

En este estudio, el objetivo fue caracterizar la incidencia y abundancia de organismos no blanco durante el desarrollo del evento **MON-89Ø34-3 X DAS-Ø15Ø7-1 X MON-ØØ6Ø3-6** en Matamoros, Tamaulipas durante el ciclo agrícola Otoño-Invierno, 2012-2013.

Se evaluó la diversidad y abundancia de Organismos no Blanco (ONBs) mediante un muestreo semanal de tres diferentes tipos de trampas: trampas amarillas, trampas tipo pitfall y uso de red entomológica.

El estudio realizado, permite concluir que la dinámica temporal de ONBs rastreros y voladores exhibe comportamientos variables. Por ejemplo, en el caso de ONBs rastreros se observaron mayores incidencias en la parte media del desarrollo del cultivo del maíz en Matamoros, debido principalmente a que dos especies fueron las predominantes en dichos períodos: *A. mexicana* (hormigas), que determinó el comportamiento general y *G. campestris* (grillo), quien exhibió una dinámica más bien variable. En el caso de ONBs voladores, se detectó un comportamiento más variable, donde *Epitrix* spp. exhibió un comportamiento similar y errático durante el ciclo del cultivo, mientras que *D. maidis* mostró incidencias bajas durante la fase vegetativa pero altas en la reproductiva. Finalmente, cuando la dinámica temporal de ONBs se analizó con red entomológica el comportamiento otra vez cambió en comparación con las dos estrategias anteriores; aquí, se observó un descenso en las incidencias de ONBs a medida que avanzó el cultivo, pues dado el desarrollo del cultivo mismo se redujo la eficiencia del uso de la red entomológica en campo y por tanto sólo se pudieron llevar a cabo cuatro muestreos, la mitad que los llevados a cabo con las otras estrategias.

En la mayoría de los casos, no se detectan diferencias entre tratamientos con ninguna de las estrategias de trampeo. Y cuando las hay, en general el maíz GM y el isohíbrido muestran las mayores incidencias en comparación con la parcela fija. El análisis estadístico integral de incidencias no detectó diferencias en la incidencia de ONBs con ninguna estrategia de muestreo, lo que evidencia el nulo efecto nocivo del maíz GM en la fauna entomológica de la región de estudio (Olivera y de Bortoli, 2006). En la mayoría de los casos el GM y el isohíbrido muestran las mayores incidencias de ONBs, particularmente los clasificados como de vida libre, depredadores, parasitoides y entomófagos, independientemente de la estrategia de muestreo. Las incidencias más bien se incrementaron al presentarse las condiciones ambientales favorables para su desarrollo o bien, durante la fase reproductiva del maíz. Resultados similares reportaron Fernandes *et al.* (2007) en fauna entomológica asociada al maíz en Brasil; Vargas-Zapata *et al*. (2011) en cuanto a la dinámica temporal de lepidópteros en una reserva natural de Colombia o bien, como reportan Toschki *et al*. (2007) y como pronosticaron Perry *et al*. (2010) en maíz GM en Europa.

Los resultados de este experimento evidencian claramente que el efecto del maíz GM cultivado en el norte de Tamaulipas no fue significativo en la dinámica poblacional de las especies de organismos no blanco nativos de la región de estudio, **lo que de cierto modo ratifica que el evento apilado en maíz GM PowerCore™ no ocasiona efectos adversos en organismos no blanco, principalmente artrópodos, tal y como se ha observado en estudios previos en otros países** (O'Callaghan *et al*., 2005; Romeis *et al*., 2006; Marvier *et al*., 2007; Toschki *et al*., 2007; Romeis *et al*., 2008; Higgins *et al*., 2009; Carpenter, 2011; Gatehouse *et al*., 2011; Truter, 2011; Romeis y Meissle, 2011; Wolfenbarger *et al*., 2011; Devos *et al*., 2012; Habustová *et al*., 2012; Lu *et al*., 2012; Nicolia *et al*., 2013; Svobodová *et al*., 2013).

c) Efectividad biológica del maíz GM PowerCore contra el ataque de Insectos Lepidópteros defoliadores y tolerancia a la aplicación foliar de Glifosato

Durante la liberación experimental permiso B00.04.03.02.01.00471/2013 también se realizó un estudio de efectividad biológica del maíz PowerCore™, este estudio tuvo como objetivo evaluar la efectividad biológica del evento **MON-89Ø34-3 X DAS-Ø15Ø7-1 X MON-ØØ6Ø3-6** en la región de estudio contra el ataque de insectos plaga objetivo, y respuesta a la aplicación foliar del herbicida glifosato en comparación con el isohíbrido convencional.

La aplicación de los herbicidas Faena® y Durango® afectaron significativamente el crecimiento y desarrollo de las plantas; incrementaron también significativamente el acame de tallos y raíces, la clorosis del follaje, la malformación y la fertilidad de plantas del isohíbrido y la parcela fija tratados, pero no las del GM. De los nueve tratamientos, sólo los que incluyeron el maíz GM produjeron grano independientemente de que se hubiese o no aplicado herbicida; además de los tratamientos del isohíbrido y la parcela fija sin insecticidas y sin herbicidas. Donde se aplicaron herbicidas en los tratamientos con la parcela fija o el isohíbrido no se cosechó grano.

Aún con el retraso en la fecha de siembra, las altas temperaturas durante la fase reproductiva y las altas incidencias de plagas al inicio del cultivo, los rendimientos de grano promedio del maíz GM (poco más de 4 t ha^{-1}) estuvieron a la par de los reportados en maíces sembrados en fecha óptima, con similar manejo agronómico y que, posiblemente, eludieron las altas incidencias de plagas en fase vegetativa, particularmente las de gusano cogollero, cuyas incidencias en el maíz GM fue prácticamente de cero y no ameritó el tratamiento químico. Las fechas de siembra tardías provocan un incremento en las incidencias de plagas en maíz cultivado en el norte de Tamaulipas (Rodríguez-Del Bosque *et al*., 1995b, 2009; 2010; 2012b). Los resultados confirman los menores daños del maíz GM

al ataque por insectos lepidópteros como *Spodoptera y Helicoverpa*, asociación que al final redunda en mayores afectaciones en la producción de grano de germoplasma susceptible de maíz o bien, del germoplasma sembrado en fechas no óptimas en la región de estudio (Cantú-Almaguer *et al*., 2010).

Los resultados también evidencian la eficacia del maíz GM para incorporarse a la producción de la especie en el norte de Tamaulipas en virtud de que la aplicación de herbicidas en etapas tempranas del crecimiento no afectan dicho crecimiento y, por tanto, pueden aprovecharse al máximo los nutrimentos disponibles en el suelo o provistos por la fertilización química en el rendimiento de grano.

Los resultados de este estudio indican que la tecnología PowerCore™ constituye un avance para la producción del cultivo del maíz en el norte de Tamaulipas, en virtud de su amplio espectro de protección contra el ataque y daños por plagas primarias y secundarias y, además, por los reducidos riesgos de generación de resistencia debido al combinar hasta tres genes de resistencia a insectos (*cry1F*, *cry2Ab2, cry1A.105*), cada uno con distinto modo de acción, así como dos genes de tolerancia a herbicidas (*epsps* y *pat*). Así, la tecnología actuó eficazmente contra las plagas primarias gusano cogollero (*S. frugiperda*) y elotero (*H. zea*); además de su tolerancia al herbicida glifosato. Gracias a ello, el manejo de malezas puede llevarse a cabo de modo sencillo con la aplicación del herbicida de acuerdo con las condiciones del lote y del cultivo, comúnmente a los pocos días previos a la nacencia del cultivo.

d) Conclusiones del programa de liberación experimental

Los estudios realizados durante el programa de liberación experimental del maíz genéticamente modificado con los eventos apilados **MON-89Ø34-3 X DAS-Ø15Ø7-1 X MON-ØØ6Ø3-6** solicitud 050_2012, permiso de liberación experimental B00.04.03.02.01.-00471/2013 permitieron concluir que en la mayoría de las variables que determinan la equivalencia agronómica no se observaron diferencias estadísticas significativas entre el maíz GM y su isohíbrido, pero donde si las hubo ocurrieron en características favorables a la productividad en el maíz GM. El maíz GM superó a su isohíbrido en rendimiento de grano en casi 1.0 t /ha. Además el maíz GM evento **MON-89Ø34-3 X DAS-Ø15Ø7-1 X MON-ØØ6Ø3-6** no mostró efectos adversos significativos en comparación con el isohíbrido o el híbrido convencional sobre la fauna entomológica nativa de los sitios de prueba en virtud de que los promedios de frecuencia o constancia de ONBs, riqueza, abundancia y diversidad de géneros fue estadísticamente similar entre maíz GM, el isohíbrido y la parcela fija. En cuanto a eficacia biológica, el evento **MON-89Ø34-3 X DAS-Ø15Ø7-1 X MON-ØØ6Ø3-**6 muestra incidencias cercanas a cero de insectos plaga objetivo y no muestra efectos adversos significativos debidos a la aplicación foliar de los herbicidas glifosato y glufosinato de amonio en comparación con el híbrido convencional.

Durante la liberación experimental, **permiso de liberación B00.04.03.02.01.-00471/2013**, se cumplieron con las medidas de bioseguridad establecidas en los dictámenes y con los procedimientos estándar de operación para el manejo de materiales regulados propios de **Dow AgroSciences**.

Finalmente, una vez concluida esta liberación en programa experimental, es necesario poder evaluar a una escala mayor la relación costo-beneficio del uso de la tecnología **MON-89Ø34-3 × DAS-Ø15Ø7-1 × MONØØ6Ø3-6,** en comparación con el uso de un híbrido comercial no transgénico adaptado a la región.

III. CANTIDAD DEL OGM A LIBERAR

La cantidad de semilla autorizada sólo se liberará dentro del sitio permitido. En la **Tabla 2** se muestra la cantidad de semilla a liberar y el número de ensayos propuestos.

Tabla 2. Cantidad de semilla a liberar y número de ensayos

No. Polígono	Sitio Propuesto de Liberación	No. de Ensayo	Superficie Maíz Total (Ha)	Superficie Maíz GM (Ha)	Origen de la semilla GM	Fecha de Importación	Cantidad de semilla GM (Kg.)
1	Matamoros	1	2.0	1.0	Estados Unidos/Brasil/ Argentina	Febrero, 2014	40
2	Río Bravo	1	2.0	1.0	Estados Unidos/Brasil/ Argentina	Febrero, 2014	40
2			**4.0**	**2.0**			**80.0**

Se contempla un total de muestra a importar de **80.4 Kg. de donde 80 Kg. se utilizarán para el desarrollo de los protocolos y 0.4 kg muestra OISA, en aduana de entrada**.

IV. CONDICIONES DE MANEJO QUE SE DARÁN AL OGM

a) Movilización

Desde Estados Unidos la semilla será transportada a la Agencia Aduanal "Palos Garza Forwarding" en Laredo, Texas. La semilla se recuperará por personal de DAS, para posteriormente vía terrestre llevarla al almacén temporal ubicado en las instalaciones de la Asociación Agrícola local de Matamoros con dirección Calle 9 #813, esq. Iturbide, Zona Centro, C.P. 87300, Matamoros, Tamaulipas. En el almacén temporal la semilla será preparada para su posterior envío al destino final que serán los sitios de liberación donde se llevarán a cabo los ensayos.

La ruta de movilización que seguirá la semilla se describe a continuación en la **Figura 1**.

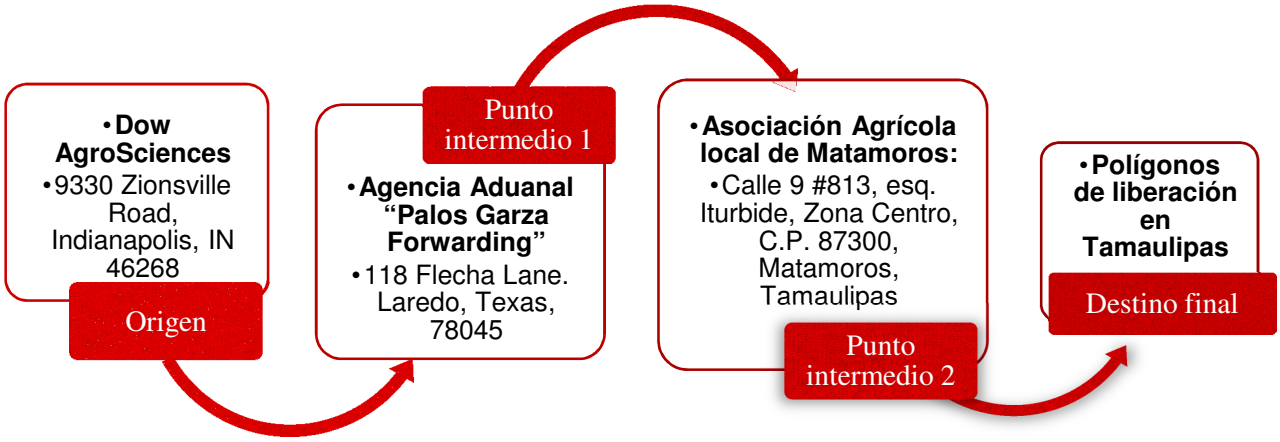


Figura 1. Diagrama de Ruta de movilización de la semilla PowerCore™ para los protocolos propuesto en esta solicitud.

1. Ruta alterna

En caso de que la semilla no pueda ser importada de Estados Unidos, debido a disponibilidad, se contemplan dos países adicionales como probable origen de la semilla requerida para llevar a cabo los ensayos propuestos en esta solicitud, Brasil y Argentina.

A continuación se presenta la ruta alterna (**Figura 2**), considerando como países de origen Brasil o Argentina.

La semilla será transportada vía aérea desde el país de origen, Brasil o Argentina, hasta el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México. Posteriormente, se enviará la semilla, vía aérea, al aeropuerto de Matamoros, Tamaulipas, donde personal de DAS pasará a recogerla para transportarla vía terrestre al almacén temporal ubicado en las instalaciones de la Asociación Agrícola local de Matamoros con dirección Calle 9 #813, esq. Iturbide, Zona Centro, C.P. 87300, Matamoros, Tamaulipas. Mismo lugar donde la semilla será preparada para su posterior envío al destino final que serán los sitios de liberación donde se llevarán a cabo los ensayos.



Figura 2. Diagrama de la Ruta alterna de movilización de la semilla PowerCore™ para los protocolos propuesto en esta solicitud.

b) Empaque y transporte

Todas las actividades de empaque, transporte y almacenamiento de la semilla, se harán siguiendo los estándares establecidos en el manual para el manejo de transgénicos regulados que **Dow AgroSciences** ha desarrollado con el fin de que se asegure el uso responsable de este tipo de materiales y se sigan medidas de bioseguridad adecuadas para cada etapa.

Se garantiza que el empaque de la semilla no será abierto sino hasta en el sitio en donde se llevará a cabo la liberación. La semilla de maíz GM será empacada en contenedores seguros y durante el transporte se mantendrá separada de otras semillas y/o material vegetal.

El empacado, almacenamiento y transporte del material, se realizará siguiendo el procedimiento de bioseguridad; este consiste en colocar la semilla **en un empaque de triple capa**, esto es, la semilla se coloca en una bolsa de papel y está en otra bolsa secundaria que puede ser un saco, y por último, el paquete completo se coloca dentro de un contenedor de madera, plástico o cartón. Cada capa de contención es sellada, etiquetada y rotulada para identificar el material.

Los contenedores utilizados para el almacenamiento y transporte de material, serán resistentes a la manipulación, y serán sellados para prevenir cualquier derrame accidental que pudiera ocurrir desde el punto de origen hasta los sitios autorizados para la liberación.

El personal encargado del manejo de la semilla, será entrenado previamente para asegurar que conozca sus responsabilidades y garantizar que el material sea manipulado, empacado, etiquetado y almacenado de manera adecuada y que se lleven los registros apropiados, para que en caso de una liberación accidental el personal sepa qué acciones tomar y quién debe llevarlas a cabo. Las copias de los procedimientos operativos deben encontrarse en forma accesible para todo el personal.

La semilla a utilizar para el establecimiento del programa piloto así como el grano producido, serán transportados en contenedores seguros y adecuados para cada actividad. Cualquier formato de contenedor y/o empaque utilizado para el transporte y almacenamiento de semilla y/o grano debe prevenir liberaciones accidentales y/o no intencionales. La semilla será importada, manejada, preparada para siembra y sembrada por personal capacitado. Los embarques de semilla estarán claramente identificados con etiquetas que incluirán la información pertinente. Se recomienda que la etiqueta de embarque de la semilla incluya:

- Número de Permiso
- Especie vegetal
- Evento
- Cualquier tratamiento de la semilla que deba ser comunicada al personal que maneja la semilla.
- Detalles de la persona a contactar en el caso de una liberación accidental.

En la **Figura 3** se presenta el ejemplo de etiqueta que deberá estar en el paquete de semillas. Esta etiqueta debe ser colocada de manera que esté visible fácilmente.

Dow AgroSciences

TRANSPORTE DE MATERIAL VEGETAL REGULADO

Este paquete contiene material vegetal regulado, si este paquete se pierde o daña, por favor contacte de inmediato al personal de Dow AgroSciences que se menciona abajo.

Contactos en caso de emergencia: Julia Moncada Arredondo	**Teléfonos:** +52 33 3678 2454 +52 133 1043 1580 moncadaarredondo@dow.com
N° de Permiso:	**Nombre del evento:**
Especie vegetal:	**Forma del material:**
Tratamiento químico:	

Figura 3. Etiqueta para el empaque de semillas reguladas

Las muestras de semilla deben ser movilizadas en un contenedor, el cual puede ser una bolsa gruesa o en un paquete sellado formado por material resistente a la ruptura y la humedad. Este contenedor primario debe ser luego colocado en un contenedor secundario sellado, a prueba de goteo, que puede estar hecho con materiales como plástico con sellado térmico, aglomerado de fibra corrugada, cartón corrugado, madera u otro material de resistencia equivalente.

Dow AgroSciences es responsable del resguardo, custodia y disposición de toda semilla remanente que no se haya utilizado en las siembras en fase piloto. En caso de que exista semilla remanente se procederá a la desvitalización de dichos materiales notificando a **SAGARPA** en caso de que necesite supervisar y verificar la ejecución.

Se llevarán registros de la importación, transporte, recepción, almacenamiento, disposición y uso de la semilla. Estos registros son documentos de soporte del programa de seguimiento, verificación y cumplimiento regulatorio y podrán ser examinados por los reguladores para efectos de verificación y auditoría. El área de importaciones notificará al destinatario la fecha, el tipo y cantidad de material que será enviado y movilizado antes de su embarque. En el momento de recibir el material, quien lo reciba verificará las condiciones en las que el envío/cargamento llegue y notificará inmediatamente en caso de que haya alguna imprecisión en la cantidad recibida o si hay daños en los empaques. Posteriormente, quien recibe el envío debe informarle al despachador que el material se recibió en condiciones satisfactorias. Las condiciones de envío y recepción serán documentadas.

Las prácticas clave de bioseguridad para el almacenamiento adecuado de las semillas de maíz GM con los eventos apilados **MON-89Ø34-3 × DAS-Ø15Ø7-1 × MONØØ6Ø3-6**, son: **etiquetado, mantenimiento de registros (inventario), separación y seguridad**. En caso de ser necesario se contará con un área de almacenamiento con espacio adecuado y con puertas de acceso que puedan ser cerradas y aseguradas.

Las áreas de almacenaje serán etiquetadas mencionando que contienen material vegetal experimental genéticamente modificado. Las etiquetas deben adherirse a los contenedores y el área de almacenamiento debe estar restringida sólo al personal autorizado.

Se llevará un inventario de la semilla almacenada y de las muestras que puedan ser sacadas del área de almacenamiento con fines experimentales u otros propósitos. Esto garantizará un adecuado seguimiento de los materiales almacenados. Igualmente, se garantiza que las áreas de almacenamiento sean mantenidas adecuadamente para que no haya liberaciones no intencionales. El área de almacenamiento debe ser inspeccionada regularmente y se debe llevar un registro de estas inspecciones.

En el caso de una liberación accidental de semillas de maíz durante el transporte o el almacenamiento, el incidente debe mantenerse bajo control y se deberá notificar de inmediato la situación a los contactos de la empresa registrados en las etiquetas de los paquetes con la semilla. **Dow AgroSciences** se asegurará de recuperar la mayor cantidad posible del material y restaurar su

control. El material recuperado será inhabilitado como material regulado. Todas las acciones correctivas adoptadas para resolver una liberación accidental durante el transporte o el almacenamiento deben documentarse.

c) Acciones correctivas en caso de una liberación accidental

En el caso de una liberación accidental de material vegetal experimental durante la siembra o en el lugar del ensayo, el incidente debe mantenerse bajo control y los contactos en caso de incidentes (registrados en las etiquetas del material y/o en los manuales de bioseguridad) deben ser notificados de inmediato acerca de la situación. Además, se notificará a la autoridad competente de acuerdo al procedimiento establecido por la misma.

Si se da el caso de una liberación accidental, **Dow AgroSciences** deberá asegurar la recuperación de la mayor cantidad posible del material transgénico regulado. El lugar de una liberación accidental debe ser marcado y manejado para asegurar que no haya liberaciones adicionales del material. Todas las acciones correctivas adoptadas para resolver una liberación accidental durante el transporte deben documentarse. Después que la acción correctiva ha sido adoptada para resolver el incidente, **Dow AgroSciences** llevará a cabo un análisis de la situación para identificar sus causas y luego determinar los cambios que sea necesario introducir en las prácticas de manejo para garantizar que la situación no se repita.

V. IDENTIFICACIÓN DE LA ZONA DONDE SE PRETENDA LIBERAR EL OGM

La liberación se pretende realizar en campos de agricultores cooperantes con la supervisión de investigadores internos, y bajo la dirección de investigadores reconocidos de instituciones públicas. Durante la liberación se seguirán los protocolos de evaluación presentados en esta solicitud (**Anexo 1**). Todos estos ensayos se consideran realizar dentro de la ecorregión **Planicie Costera Tamaulipeca con vegetación xerófila o sin vegetación aparente (9.5.1.2)**

a) Superficie total del predio o predios donde se realizará la liberación

En la **Tabla 3** se encuentra la superficie de liberación y la cantidad de semilla solicitada para el desarrollo de los protocolos.

Tabla 3. Superficie de liberación y cantidad de semilla solicitada para el desarrollo de los protocolos para la liberación etapa piloto del maíz genéticamente modificado PowerCore™

Polígono No.	Localidad (Municipio)	Kg. de Semilla por ensayo	Superficie de Siembra (Total) (ha)	Superficie de Siembra GM (ha)	Fecha de Importación	Fecha de siembra
1	Matamoros	40	2.0	1.0	Febrero, 2014	Febrero, 2014
2	Río Bravo	40	2.0	1.0	Febrero, 2014	Febrero, 2014
2		**80**	**4.0**	**2.0**	Febrero, 2014	Febrero, 2014

b) Ubicación en coordenadas UTM del polígono o polígonos donde se realizará la liberación

La liberación al ambiente etapa piloto de **PowerCore™** se realizará en 3 polígonos, mismos en dónde se implementaran los protocolos 1, 2 y 3. En las siguientes tablas **(Tabla 4** a la **Tabla 5)** y figuras (**Figura 4** a la **Figura 5**) se especifican las coordenadas UTM de cada polígono y su ubicación. Así también en el **Anexo 9** se encuentran las coordenadas UTM de las áreas de liberación en formato Excel.

Tabla 4. Coordenadas Polígono 1. Matamoros, Tamaulipas

COORDENADAS DE POLÍGONO 1 Propuesta para ensayo etapa piloto para O-I (2013-2014), región Matamoros, Tamaulipas				
Vértices del Polígono	**Latitud (+)**	**Longitud (-)**	**UTM- E**	**UTM-N**
A	26° 1'0.29"	-97°47'23.12"	14R 621106mE	2878099mN
B	26° 1'0.53"	-97°47'17.03"	14R 621276mE	2878108mN
C	26° 0'7.23"	-97°44'30.94"	14R 625909mE	2876512mN
D	26° 0'1.74"	-97°44'17.96"	14R 626271mE	2876346mN
E	26° 0'2.94"	-97°44'5.01"	14R 626631mE	2876387mN
F	25°59'32.70"	-97°43'51.60"	14R 627013mE	2875460mN
G	25°59'14.32"	-97°43'46.37"	14R 627164mE	2874896mN
H	25°55'24.06"	-97°44'27.10"	14R 626099mE	2867801mN
I	25°54'32.44"	-97°44'54.82"	14R 625343mE	2866205mN
J	25°54'45.95"	-97°45'25.46"	14R 624487mE	2866613mN
K	25°57'2.44"	-97°48'53.91"	14R 618649mE	2870758mN



Figura 4. Ubicación polígono 1, Matamoros, Tamaulipas

Tabla 5. Ubicación y coordenadas UTM del polígono 2.

COORDENADAS DE POLÍGONO 2 Propuesta para ensayo etapa piloto para O-I (2013-2014), región Río Bravo, Tamaulipas				
Vértices del predio	**Latitud (+)**	**Longitud (-)**	**UTM- E**	**UTM-N**
A	25°55'21.68"	-98° 7'7.57"	14R 588251mE	2867418mN
B	25°56'25.31"	-98° 0'33.49"	14R 599199mE	2869454mN
C	25°46'9.12"	-98° 1'9.30"	14R 598345mE	2850490mN
D	25°46'9.26"	-98° 7'7.80"	14R 588358mE	2850424mN

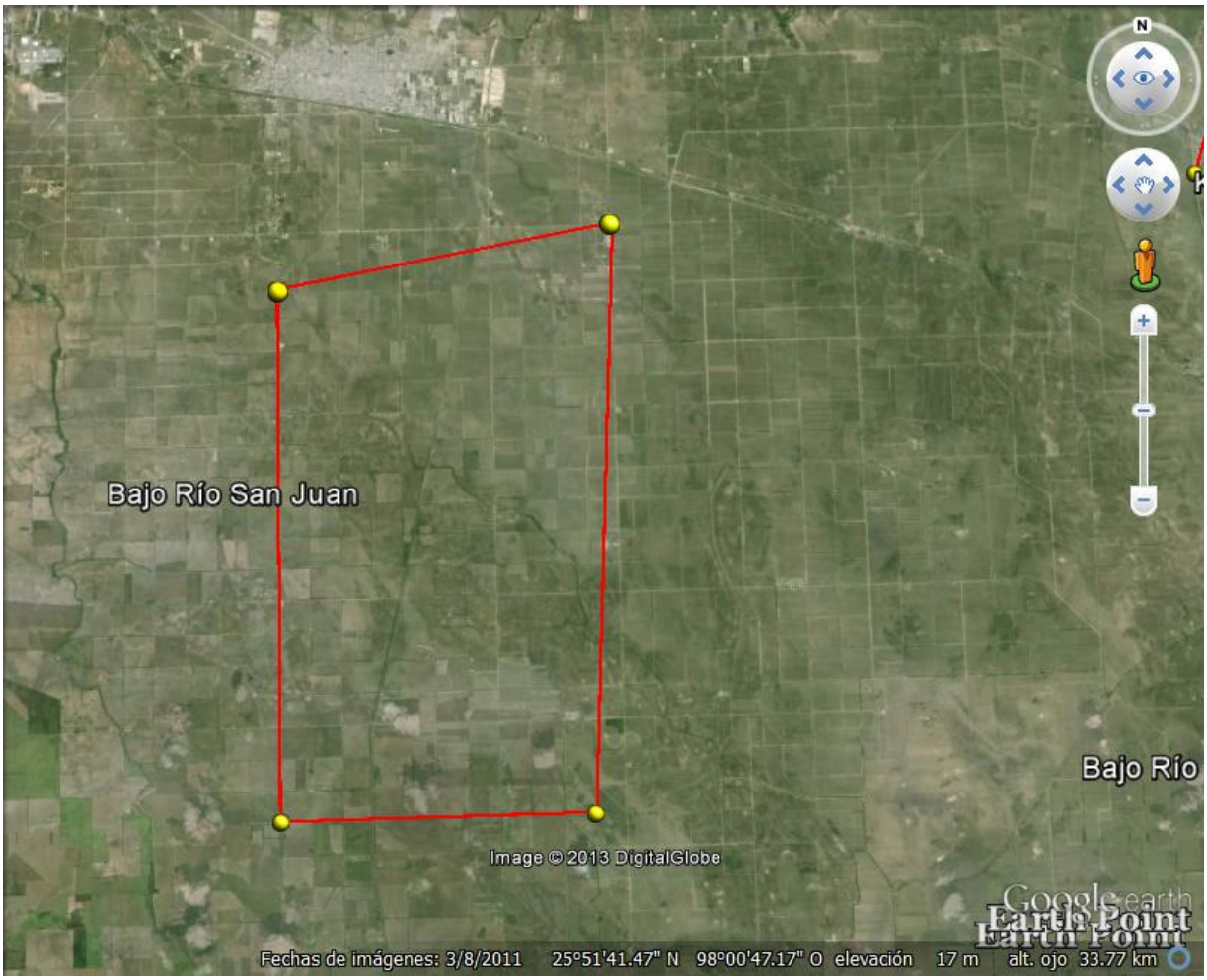


Figura 5. Ubicación polígono 2, Río Bravo, Tamaulipas.

c) Descripción de los polígonos donde se realizará la liberación y de las zonas vecinas

Municipios de liberación

La propuesta de liberación para el desarrollo de los **Protocolos 1, 2 y 3** contempla los municipios de Matamoros (Polígono No. 1) así como el Municipio de Río Bravo (Polígono No. 2). En la **Figura 6** se muestra el mapa del estado de Tamaulipas y los municipios potenciales para la liberación.

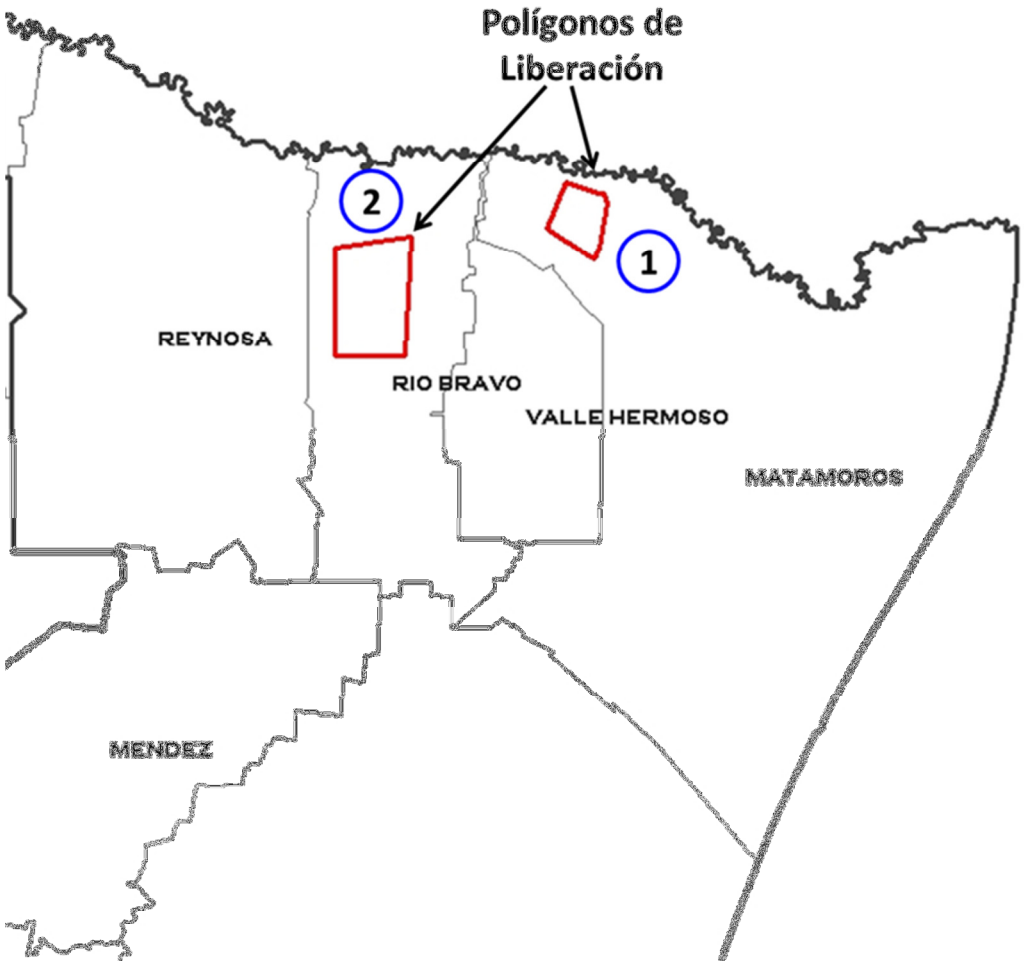


Figura 6. Municipios potenciales para la liberación experimental del maíz PowerCore™

Áreas Naturales Protegidas

En el estado de Tamaulipas existen las Áreas Naturales Protegidas: Laguna Madre y Delta Río Bravo. Los sitios en donde se llevará a cabo la liberación a nivel experimental de **PowerCore™ no se encuentran en cercanía con ninguna ANP**, tampoco cerca de ninguna zona determinada como prioritaria para la conservación de especies, así como también los polígonos de liberación propuestos se encuentran fuera de lo que se ha determinado como Centro de Origen y Diversidad Genética del Maíz.

En la **Figura 7**, en color verde oscuro se localizan las áreas protegidas del estado, mientras que se marcan en color rojo los polígonos de liberación para el establecimiento de los ensayos planteados en los **Protocolos No. 1, 2, y 3.**

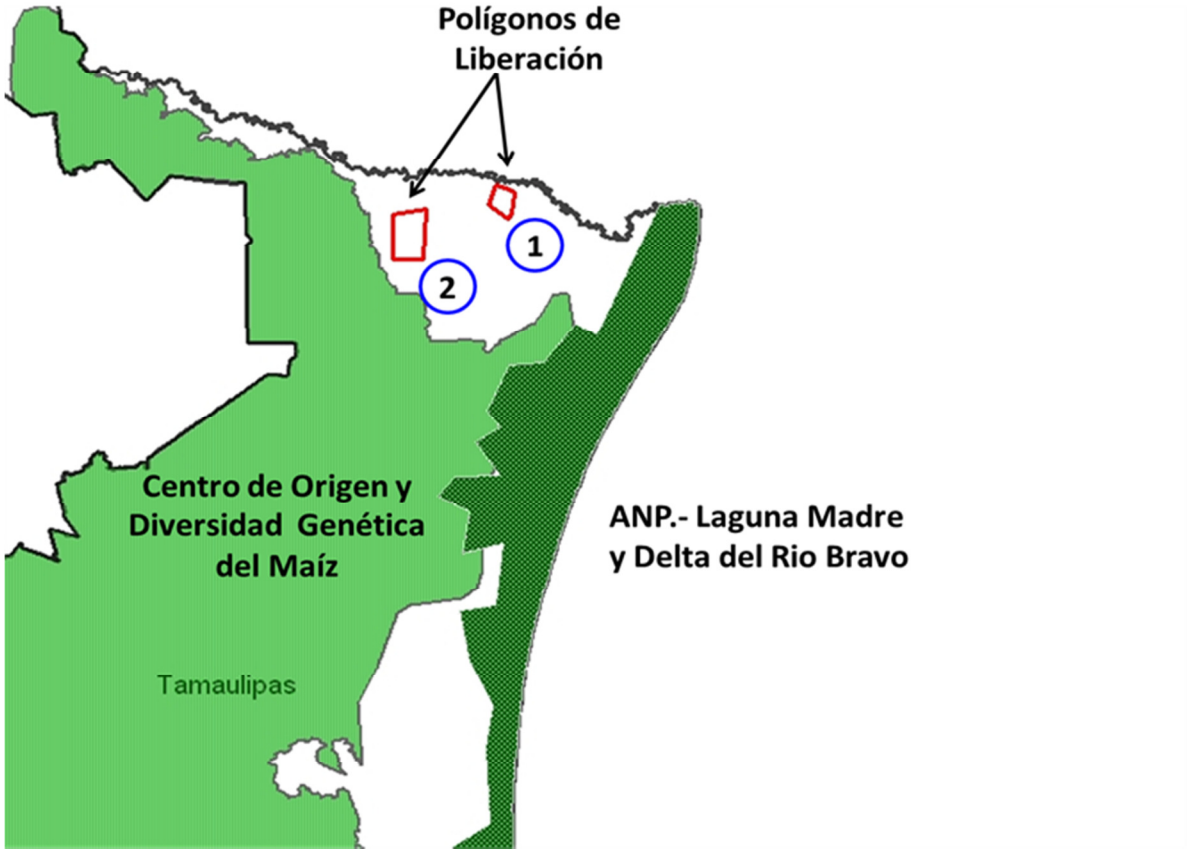


Figura 7. Áreas Naturales Protegidas Tamaulipas y Polígonos de Liberación Piloto

Acuerdo de "Centro de Origen y Diversidad Genética del Maíz"

También, en base al establecimiento del acuerdo de **Centro de Origen y Diversidad Genética del maíz**, aplicable a la región de Tamaulipas, en la **Figura 10** se muestran los polígonos propuestos para realizar la liberación experimental, los cuales se encuentran fuera del área considerada como centro de origen y diversidad genética del Maíz.

Ecorregión

Las ecorregiones o biorregiones son unidades geográficas con flora, fauna y ecosistemas característicos. Son una división de las grandes "ecozonas" o regiones biogeográficas. Las ecorregiones donde se contempla hacer la liberación experimental de acuerdo en los protocolos de evaluación comprenden las ecorregiones denominadas **9.6.1.1 Planicie Costera Tamaulipeca con vegetación xerófila o sin vegetación aparente**, donde se lleva a cabo agricultura de riego.

En la **Figura 8** se ubican los sitios propuestos para la liberación experimental de **PowerCore™** y la ubicación de la ecorregión.

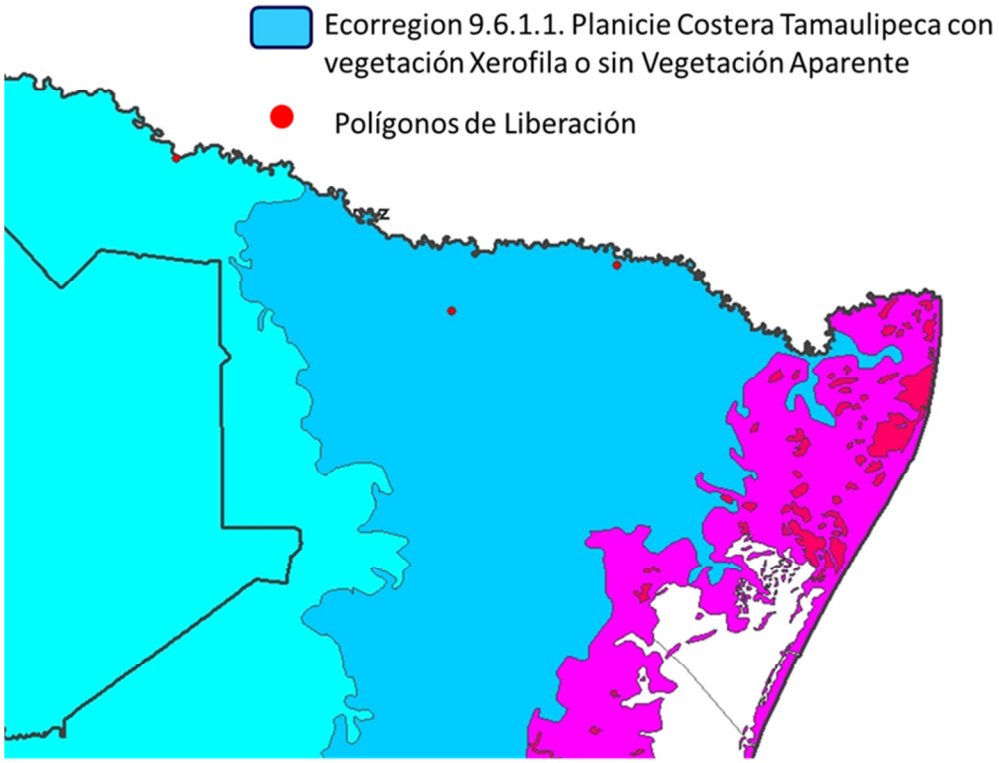


Figura 8. Propuesta de liberación experimental en la ecorregión clasificada como Planicie Costera Tamaulipeca con vegetación xerófila o sin vegetación aparente

Distritos de Riego

Los polígonos donde se pretende realizar la liberación experimental y el establecimiento de los estudios para los protocolos, se encuentran dentro de los Distritos de Riego **025 Río Bravo,** y **026 Río San Juan, Tamaulipas**, el cual se localiza en la región hidrológica 24 oriente Bajo Río Bravo, en la porción noreste del estado de Tamaulipas, que comprende parte de los municipios de Matamoros, Valle Hermoso, Río Bravo y una pequeña porción de Reynosa. Su altitud varía entre 5 a 35 metros sobre el nivel del mar, entre una Latitud Norte de 25º 27' y 26º 07' y entre una Longitud Oeste de 97º 30' y 98º 20'. En la **Figura 9** se muestran los distritos de riego y los polígonos de liberación.

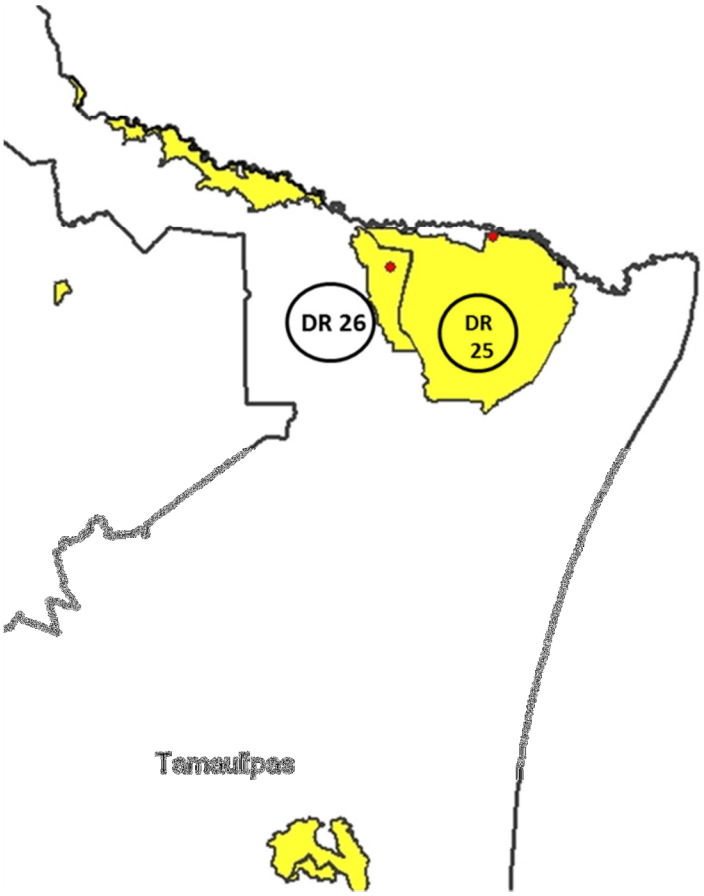


Figura 9. Distritos de Riego en el estado de Tamaulipas y propuesta de áreas de liberación experimental.

Los polígonos de liberación propuestos se encuentran ubicados fuera de las ANP y del Centro de Origen y Diversidad Genética del Maíz establecido para la región de Tamaulipas, sin embargo se encuentran dentro de los Distritos de Riego y dentro de las áreas de vocación Agrícola del estado de Tamaulipas (**Figura 10)**.

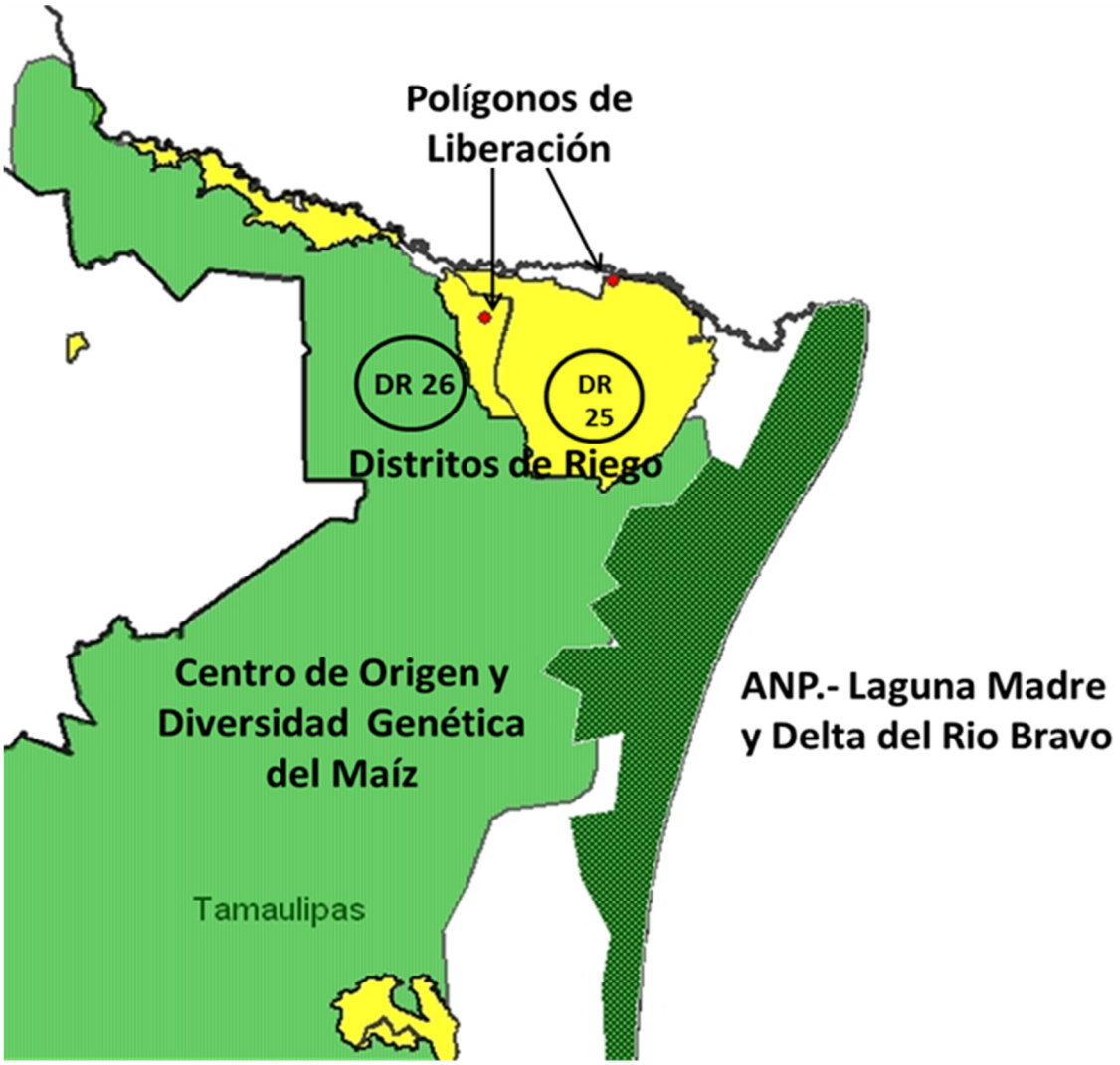


Figura 10. Polígonos de liberación propuestos en relación a las ANP, Centro de Origen y Diversidad Genética del Maíz y Distritos de Riego.

Descripción geográfica

El estado de Tamaulipas se localiza en el noreste de la República Mexicana, tiene una superficie de 80,175 km2, la que ocupa el 4.1% de la superficie total del país. Geográficamente se ubica entre las coordenadas 27°40' y 22° 12' de latitud norte y 97° 08' y 100° 08' de longitud oeste. Al norte colinda con el estado de Nuevo León y Estados Unidos de América, al este con Estados Unidos de América y el Golfo de México, al sur con el Golfo de México y los estados de Veracruz y San Luis Potosí, y al oeste con los estados de San Luis Potosí y Nuevo León (**Tabla 6**).

Tabla 6. Información geográfica del estado de Tamaulipas donde se llevará a cabo la liberación.

Geografía Tamaulipas	
Coordenadas geográficas extremas	Entre las coordenadas 27°40' y 22° 12' de latitud norte y 97° 08' y 100° 08' de longitud oeste.(a)
Porcentaje territorial	El estado de Tamaulipas representa el 4.1% de la superficie del país.(b)
Colindancias	Al norte colinda con el estado de Nuevo León y Estados Unidos de América, al este con Estado Unidos de América y el Golfo de México, al sur con el Golfo de México y los estados de Veracruz y San Luis Potosí, y al oeste con los estados de San Luis Potosí y Nuevo León. (a)
FUENTE: (a) INEGI. Marco Geoestadístico, 2000. (b) INEGI-DGG.Superficie de la República Mexicana por Estados. 1999.	

Orografía

La superficie estatal forma parte de las provincias: Sierra Madre Oriental, Grandes Llanuras de Norteamérica y Llanura Costera del Golfo Norte.

Por la acción de las corrientes marinas a la orilla del mar se han formado una serie de playas que han separado y formado cuerpos de agua como la Laguna Madre.

En el occidente y en el límite internacional se encuentra una extensión de lomeríos, interrumpidos en la parte central por la sierra Chiquita (**Figura 11**).

Existen en el suroccidente sierras, formadas predominantemente por rocas sedimentarias (se forman en las playas, los ríos y océanos y en donde se acumulen la arena y barro), algunas rocas ígneas intrusivas (formadas debajo de la superficie de la Tierra) y metamórficas (han sufrido cambios

por la presión y las altas temperaturas); en estas elevaciones, la mayor está representada por la sierra El Pedregoso con 3 280 msnm.

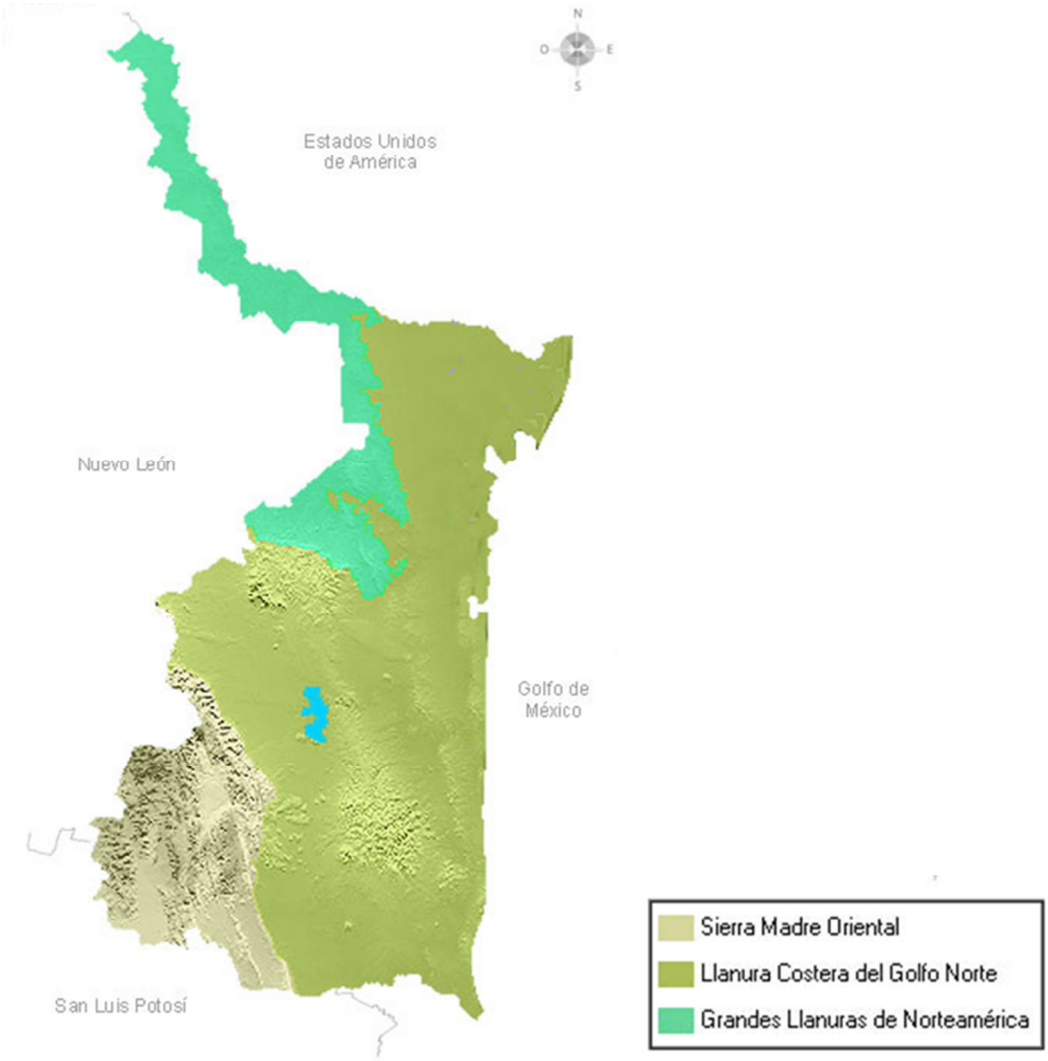


Figura 11. Plano de las principales elevaciones topográficas del Estado de Tamaulipas (INEGI, 2010).

Las elevaciones principales del estado de Tamaulipas se muestran en la **Tabla 7**.

Tabla 7. Elevaciones principales (INEGI. Carta Topográfica)

Nombre	Altitud
	msnm
Sierra El Pedregoso	3280
Sierra Los Borregos	3240
Sierra La Gloria	3220
Cerro El Nacimiento	3180
Sierra El Pinal	3000
Sierra Las Brujas	2900
Mesa Juárez	2780
Sierra Mocha	2760
Sierra Chiquita	1720
Sierra Borrada	1240

En cuanto a la geología de Tamaulipas (**Figura 12**), la mayor parte de los terrenos del estado están constituidos por rocas sedimentarias, cuyas edades cubren un rango geo cronológico del Paleozoico al Cuaternario; son de origen marino o continental con predominancia de las primeras. Sin embargo, también se encuentran, aunque en áreas menores, rocas ígneas cenozoicas, rocas metamórficas, precámbricas y paleozoicas, así como depósitos no consolidados del Cuaternario. Los suelos se encuentran distribuidos en el estado como relleno de valles, siendo notorios los gruesos espesores que alcanzan en la porción oriental que corresponde a la Planicie Costera del Golfo. El aspecto más importante de la entidad en cuanto a geología económica es la explotación de los hidrocarburos, área en la que Tamaulipas cuenta con vastos yacimientos. En la entidad hay yacimientos de plata, cobre, plomo, uranio, titanio, asbesto, sal, azufre y arena silícea; también cuenta con grandes volúmenes de roca caliza para la elaboración de cal y cemento.



Figura 12. Plano de la geología del Estado de Tamaulipas

Clima

Los climas de Tamaulipas responden fundamentalmente a la influencia de tres condiciones geográficas, que son: la latitud a la que se encuentra la entidad, su cercanía al Golfo de México y la altitud de sus tierras. El Trópico de Cáncer divide al estado en dos zonas: la parte sur en la que predominan los climas cálidos y relativamente húmedos, y la parte centro norte con climas menos calurosos y lluvias más escasas distribuidas en el año.

La presencia de las cadenas montañosas de la Sierra Madre Oriental también provoca efectos notables en el clima.

De acuerdo con lo anterior, se puede subdividir a la entidad en tres zonas climáticas bien definidas, según el INEGI (2012).

- ***Climas semisecos y semicálidos del centro y norte del estado***: Ligeramente al norte del Trópico de Cáncer se da una transición climática que varía desde climas subhúmedos con lluvias veraniegas del sur de la entidad, hasta climas secos entre los que predominan los semisecos cálidos, así como los semicálidos con lluvias escasas distribuidas en el año.
- ***Climas cálidos subhúmedos del sur y sureste del estado.*** Estos climas se encuentran al sur del Trópico de Cáncer. Los menos húmedos se registran colindantes a los semicálidos y conforme se avanza hacia el sur, en los límites con el estado de Veracruz, la humedad aumenta.
- ***Climas de la Sierra Madre***: Los climas de la sierra varían desde cálidos hasta templados, en función de la altitud, y de húmedos a secos de oriente a poniente, debido a que la sierra actúa como barrera orográfica.

En las porciones centro y norte, la frecuencia de heladas es menor de 20 días al año, lo mismo que en las zonas sur y sureste. En la región de la Sierra Madre la variación de climas es más notoria como consecuencia de las diferencias de altitud, por ello se alcanzan rangos muy amplios, que varían de 20 a 40 días al año y de 40 a 60 en pequeñas porciones. Este fenómeno se presenta en el período comprendido entre noviembre y febrero. Las granizadas no rebasan el promedio de dos días al año, pero en una pequeña porción de la Sierra Madre, con climas templados, la incidencia es de dos a cuatro días (**Figura 13)**.



Figura 13. Plano de los diferentes tipos de clima del estado de Tamaulipas.

En la **Tabla 8** se muestra las temperaturas medias anuales del estado de Tamaulipas, mientras que en la **Tabla 9** se encuentra la precipitación media anual en el estado.

Tabla 8. Temperatura media anual del Estado de Tamaulipas

Estación	Periodo	Temperatura promedio	Temperatura del año más frío		Temperatura del año más caluroso	
			Año	Temperatura	Año	Temperatura
Tampico	1921-1999	24.7	1974	23.1	1998	25.8
Ocampo	1690-1999	23.2	1976	22.1	1982	24.4
Ciudad Victoria	1960-1999	24.0	1998	19.9	1990	24.8
San Fernando	1960-1999	22.4	1983	16.0	1990	24.4
Joya de Salas	1961-1999	15.7	1995	7.7	1998	19.9
Miquihuana	1964-1999	17.4	1998	13.3	1991	20.6
Soto La Marina	1983-1999	24.5	1998	21.0	1995	24.9
Jaumave	1961-1999	21.4	1998	15.4	1982	23.5
Las Antonias	1961-1999	19.0	1992	17.5	1983	20.2
Nuevo Laredo	1964-1998	23.2	1982	21.3	1998	24.8
Plan de Ayala	1980-1999	21.7	1988	17.7	1987	22.3
Los Uvalle	1981-1999	31.0	1997	17.9	1995	19.4

FUENTE: CNA. Registro Mensual de Temperatura Media en ℃.

Tabla 9. Precipitación total anual en el Estado de Tamaulipas (milímetros)

Estación	Periodo	Precipitación promedio	Precipitación del año más seco		Precipitación del año más lluvioso	
			Año	Precipitación	Año	Precipitación
Tampico	1921-1999	1105.8	1949	442.5	1931	1924.1
Ocampo	1960-1999	1541.2	1982	670.7	1993	3589.0
Ciudad Victoria	1960-1999	912.8	1989	512.7	1973	1547.2
San Fernando	1960-1999	660.2	1974	345.5	1991	1199.7
Joya de Salas	1961-1999	852.0	1995	399.0	1976	1510.2
Miquihuana	1963-1999	397.6	1985	198.5	1968	682.5
Soto La Marina	1983-1999	859.1	1989	527.0	1991	953.1
Jaumave	1961-1999	411.3	1999	159.9	1976	720.4
Las Antonias	1981-1999	487.7	1990	205.0	1997	662.0
Nuevo Laredo	1960-1998	573.7	1998	264.5	1971	1267.0
Plan de Ayala	1979-1999	512.2	1980	280.8	1979	817.5
Los Uvalle	1981-1999	372.1	1990	178.9	1997	850.9
FUENTE: CNA. Registro Mensual de Precipitación Pluvial en mm.						

El 58% del estado presenta clima cálido subhúmedo, el 38% presenta clima seco y semiseco en el centro, el norte y hacia el suroeste del estado; el 2% es templado subhúmedo en la región suroeste, y el restante 2% presenta clima cálido húmedo localizado hacia el suroeste (**Tabla 10**).

La temperatura media anual es alrededor de 23.5°C, la temperatura máxima promedio es de 22°C y se presenta en los meses de junio a agosto, la temperatura mínima promedio es de 10°C y se presenta en el mes de enero.

La precipitación media estatal es de 780 mm anuales, las lluvias se presentan en verano en los meses de junio a septiembre.

La agricultura se practica principalmente en la región norte del estado, donde se presentan los climas seco y semiseco y el cálido subhúmedo.

Entre sus principales cultivos se encuentran sorgo, henequén, cártamo, soya, maíz, frijol y frutales como aguacate, limón agrio, mango y naranja.

Tabla 10. Descripción del clima en estado de Tamaulipas (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2010).

Clima	
Clima	**Porcentaje de superficie**
Cálido Subhúmedo	58%
Clima seco y semiseco	38%
Templado subhúmedo	2%
Cálido Húmedo	2%
Temperatura	
Temperatura media anual	23.5 ℃
Temperaturas mínimas promedio	22 ℃
Temperaturas máximas promedio	10℃

Regiones Hidrológicas

En estado de Tamaulipas destacan 4 grandes ríos que corren de poniente a oriente hacia el Golfo de México, formando cuencas a las que corresponden las regiones de mayor producción agropecuaria. Los ríos son el Bravo, Conchos, Purificación y Guayalejo. Sobre el Río Bravo (río Grande) y uno de sus afluentes, el San Juan, se encuentran las presas Falcón y la Marte R. Gómez respectivamente (INEGI, 2008).

Conjuntamente, estas dos presas y la presa de la Amistad, localizada en el estado de Coahuila, forman parte del complejo hidráulico más importante del país, con una capacidad de almacenamiento de 12,940 millones de metros cúbicos. La Presa Vicente Guerrero, que se abastece principalmente de los ríos Purificación, San Carlos y Pilón, es la más grande del estado, está ubicada en el municipio de Padilla y forma parte del nacimiento del río Soto la Marina. Tiene una capacidad de almacenamiento de 3,910 millones de metros cúbicos (INEGI, 2008).

Hay 13 presas menores adicionales. En total se cuenta con una capacidad de almacenamiento de 7,500 millones de metros cúbicos. Los ríos y el total de cuerpos receptores y de almacenamiento de agua dulce aseguran el abastecimiento a las actividades agrícolas e industriales de la entidad, siendo también de gran atractivo turístico.

Las regiones hidrológicas del estado de Tamaulipas son (**Figura 14**):

- ***Región hidrológica Bravo-Conchos:*** Esta región es muy importante, pues además de contar con un considerable caudal de las aguas del río Bravo, el cual sirve de límite entre la República Mexicana y los Estados Unidos de América, a lo largo de su recorrido se encuentran ciudades en plena expansión dentro de la zona fronteriza, tales como Nuevo Laredo, Reynosa y

Matamoros. Dentro del estado está la sección Bajo Río Bravo. En cuanto al río Conchos, éste pertenece a la vertiente del Golfo de México y forma parte de la gran cuenca del río Bravo.

- ***Región hidrológica San Fernando-Soto La Marina:*** Corresponde a todos los escurrimientos que desembocan en el Golfo de México, los cuales se encuentran entre las cuencas de los ríos Bravo y Pánuco.

- ***Región hidrológica Bajo Río Pánuco:*** Esta región está considerada como una de las cinco más importantes del país, tanto por el volumen de sus escurrimientos como por la superficie que ocupa. En el estado se localizan áreas parciales de dos cuencas: Río Tamesí, que es uno de los afluentes más importantes del río Pánuco y Río Tamuín.

- ***Región hidrológica El Salado:*** Esta región es la que menor área ocupa dentro del estado, está constituida por una serie de cuencas cerradas de diversas dimensiones, de las que al estado sólo le corresponde parte de la cuenca Sierra Madre.

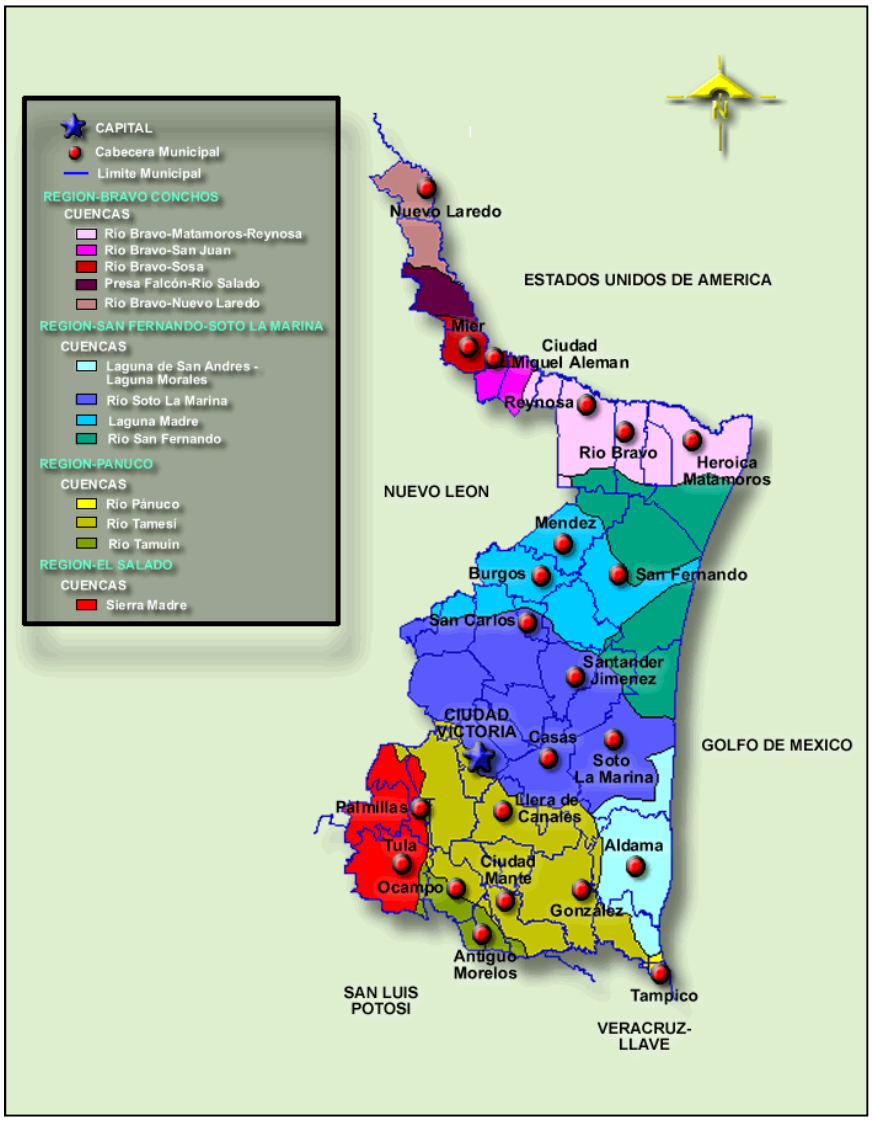


Figura 14. Regiones hidrológicas del estado de Tamaulipas y sus respectivas cuencas

Agricultura y Vegetación

La vegetación que cubre la mayor parte del estado de Tamaulipas, además del extremo nororiental de Nuevo León y pequeñas áreas de Coahuila, San Luis Potosí y Veracruz, pertenecen a la provincia florística no. 10. Planicie Costera del Noreste, perteneciente a la región xerófila mexicana del reino neotropica (INEGI, 2008)

Los tipos de vegetación corresponden a: mezquital, matorral tamaulipeco espinoso, vegetación de galería, secundaria, halófita, praderas cultivadas y agricultura en sus dos modalidades: de riego y de temporal. Los tipos dominantes son el mezquital y el matorral tamaulipeco, está constituido por especies de espinas laterales y espinas terminales, de 3 a 5 metros de altura y en ocasiones mezcladas con mezquitales (INEGI, 2008).

La vegetación de galería se caracteriza por árboles de 3 a 5 metros de altura localizados a la orilla de ríos y arroyos, mezclados con ruderales y herbáceas que desaparecen en las épocas de sequía. Las halófitas se establecen en las márgenes de los ríos, arroyos y lagunas. Se caracterizan por tener una gran capacidad a la salinidad en el suelo (INEGI, 2008).

El tipo de vegetación más abundante es la halófila. Se trata de agrupaciones vegetales que se desarrollan sobre suelos y Marismas que poseen un alto contenido de sales, siendo comunes las asociaciones de chamizos, saladillos y de vidrillos (INEGI, 2008).

Finalmente, en agricultura el cultivo más practicado es el del sorgo y el maíz. Otras siembras de legumbres y frutas se consideran por temporadas (INEGI, 2008).

En la **Figura 15** se muestran los principales tipos de vegetación y agricultura en el estado de Tamaulipas.



Figura 15. Agricultura y tipos de vegetación en el Estado de Tamaulipas

La información específica para los municipios propuestos de liberación Matamoros y Río Bravo, de geografía, fisiografía, orografía, hidrografía y clima, se encuentra condensada en la **Tabla 11.**

El prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos fue obtenido de la base de datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2009).

Tabla 11. Información específica para los municipios de liberación piloto de esta solicitud: Matamoros y Río Bravo (INEGI, 2009).

Municipio	Clima		Fisiografía	Hidrografía	Uso del Suelo y Vegetación
Matamoros Entre los paralelos 26° 05' y 25° 03' de latitud norte; los meridianos 97° 57' y 97° 09' de longitud oeste; altitud entre 0 y 50 m.	Rango de temperatura	20-24 °C	**Provincia:** Llanura Costera del Golfo Norte (81%) y Cuerpo de agua (19%) **Subprovincia**: Llanura Costera Tamaulipeca (81%) y Cuerpo de agua (19%) **Sistema de topoformas**: Llanura Aluvial (45%), Llanura Aluvial Inundable (33%), Cuerpo de Agua (19%) y Playa o Barra (3%)	Región hidrológica: Bravo-Conchos (62%) y San Fernando-Soto la Marina (38%) Cuenca: R. Bravo-Matamoros-Reynosa (62%) y Laguna Madre (38%) Subcuenca: Laguna Madre (38%), R. Bravo-Matamoros (36%) y R. Bravo-Reynosa (26%) Corrientes de agua: *Perennes:* R. Cajas Pintas, R. El Diablo, A. Seco, R. Bravo y R. El Tigre *Intermitentes:* R. Resaca La Palma, R. La Pita, R. Resaca Los Catanes y A. de Enmedio	• Agricultura (41%), cuerpo de agua (21%) y zona urbana (2%) • Matorral (32%) y pastizal (4%)
	Precipitación	Menos de 200-600 mm			
	Clima	Muy seco muy cálido y cálido (51.95%), seco muy cálido y cálido (43.58%) y semiseco muy cálido y cálido (4.47%)			
Río Bravo Entre los paralelos 26° 05' y 25° 23' de latitud norte; los meridianos 98° 11' y 97° 51' de longitud oeste; altitud entre 50 y 500 m	Rango de temperatura	20-24°C	**Provincia:** Llanura Costera del Golfo Norte (100%) **Subprovincia:** Llanura Costera Tamaulipeca (100%) **Sistema de topoformas:** Llanura Aluvial (85%) y Llanura Aluvial con Lomerío (15%)	**Región hidrológica:** Bravo-Conchos (84%) y San Fernando-Soto la Marina (16%) **Cuenca:** R. Bravo-Matamoros-Reynosa (84%) y Laguna Madre (16%) **Subcuenca:** R. Bravo-Reynosa (84%) y Laguna Madre (16%) **Corrientes de agua:** *Perenne*: R. Bravo	• Agricultura (98%) y zona urbana (1.6%) • Matorral (0.1%) y pastizal (0.3%)
	Precipitación	400-700 mm			
	Tipo de clima	Clima Semicálido subhúmedo con lluvias escasas todo el año (58%), Semiseco muy cálifo y cálido (37%) y Seco muy cálido y cálido (5%)			

1. Listado de especies con interacción en el área de liberación

Especies sexualmente compatibles

El flujo génico entre el maíz y sus parientes silvestres ocurre regularmente a tasas variables dependiendo de las especies involucradas, y es una de las fuentes de variación genética de las razas de maíz (INE & CONABIO, 2008). El movimiento de transgenes de una planta genéticamente modificada, a sus familiares silvestres, se realiza mediante el polen y la producción de híbridos reproductivamente viables depende de la proximidad física y temporal de las plantas genéticamente modificadas con las especies compatibles sexualmente. El maíz no tiene familiares a los que se considere invasivos en el ecosistema, ni malezas de importancia agrícola de amplia distribución para los que la hibridación sea una preocupación, además de que el maíz tiene una capacidad muy restringida para establecerse sin la intervención humana (OCDE 2003, OCDE 2008).

Compatibilidad Maíz- teocintle

Todos los teocintles, con excepción del tetraploide *Zea perennis,* pueden cruzarse con el maíz para formar híbridos fértiles (Wilkes, 1977; Doebley, 1990) sin embargo se cree que la introgresión de genes es limitada (Baltazar et al., 2005; OCDE, 2003; Serratos et al., 1995). Otros estudios recientes indican que la dirección de la polinización en su gran mayoría es del teocintle (spp. *mexicana*) hacia el maíz (Baltazar et al., 2005) debido a la presencia de barreras genéticas de incompatibilidad y factores físicos de las plantas de teocintle, los cuales no permiten que el polen de maíz polinice sus estigmas (Evans & Kermicle, 2001). Por ejemplo, los fitomejoradores han hecho adelantos importantes en el desarrollo de híbridos comerciales de maíz con mayor resistencia a los insectos. Estos híbridos han estado ampliamente disponibles en América del Norte, sin embargo, no ha habido un incremento perceptible en la conveniencia del teocintle (Dicke & Guthrie, 1988).

El conocimiento sobre teocintle obtenido de distintas bases de datos incluye cuatro especies y 421 registros geo referenciados. En la **Figura 16** se muestra la distribución conocida de teocintles. En ninguna de las celdas se presentaron al mismo tiempo los cuatro taxones de teocintle que se incluyen. En una sola región, la Sierra de Manantlán, se presentan 3 teocintles en un área pequeña. En la mayoría de las regiones se presenta una sola especie de teocintle. Los teocintles se distribuyen predominantemente en las tierras altas del centro, occidente y sur de México y se presentan en más de una docena de Estados de la República (INE, CONABIO, 2008).

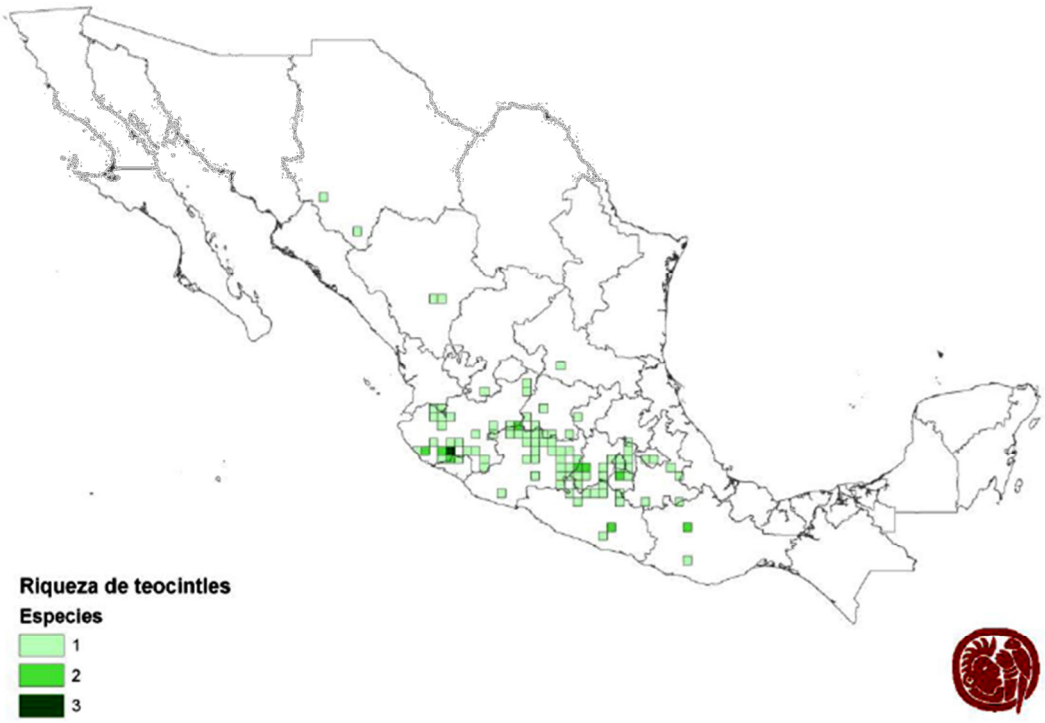


Figura 16. Riqueza conocida de teocintles (*Zea diploperennis, Z. mays mexicana, Z. mays parviglumis* y *Z. perennis*) (INE, CONABIO, 2008).

Se puede notar que según lo reportado en el documento de agrobiodiversidad del Instituto Nacional de Ecología de México y la CONABIO, **no hay datos conocidos de riqueza significativa de teocintle en el estado de Tamaulipas.**

Compatibilidad Maíz GM-Maíz especies nativas

En la **Figura 10** se muestran el Centro de Origen y Diversidad Genética del Maíz, región Tamaulipas y la Ubicación de los polígonos de liberación, en donde se puede observar que los polígonos de liberación propuestos están fuera de lo acordado como Centro de Origen y Diversidad Genética del Maíz.

Especies que tengan interacción en el área de liberación y en zonas vecinas a éstos en el radio señalado en este punto

En el estado de Tamaulipas encontramos una gran diversidad de plantas silvestres que afectan el desarrollo del cultivo de maíz, dentro de las más importantes, consideradas así por el daño económico que causan, están las siguientes:

Malezas

Tabla 12. Principales malezas con interacción en el área de liberación en Tamaulipas

Nombre común	Nombre científico	Familia	Ciclo de vida
Bledo o quelite	*Amaranthus hybridus* L.	Amaranthaceae	**Anual.** Su ciclo lo lleva a cabo entre marzo y diciembre, se encuentra en estado vegetativo de marzo a septiembre, florece de mayo a octubre y fructifica de julio a diciembre. La época desfavorable la pasa en forma de semilla.
Girasol	*Heliantus* spp.	Asteraceae	**Anual.** Se propaga por semillas. En el norte se le encuentra de julio a noviembre y en floración de agosto a septiembre.
Chual	*Chenopodium album* L.	Chenopodiaceae	**Anual.** Se propaga por semillas. Florece desde mediados de verano a mediados de otoño, fructifica desde principios de otoño. En cultivos anuales se encuentra principalmente entre marzo y diciembre, pero en cultivos de más permanencia, como alfalfa o en jardines, se le encuentra todo el año en diferentes fases fenológicas.
Meloncillo	*Cucumis melo* L., afín a variedad *Agrestis*	Cucurbitaceae	Anual
Verdolaga	*Leptochloa filiformis* (Lam.) Beauv.	Gramineae	**Anual**. Se propaga por semillas. Crece en primavera y florece desde mediados de esta estación o principios de verano. Fructifica de junio a diciembre.
Toloache	*Datura stramonium* L.	Solanaceae	Anual. Se propaga por semillas. Florece en verano y fructifica hasta principios de invierno.
Mostaza	*Brassica nigra*	Dilleniidae	Planta anual o bianual. Se reproduce por semillas.
Zacate de aguas	*Echinocloa colona*		Planta anual. Es una maleza de origen europeo, es una gramínea anual que llega a medir hasta más de 1 m de altura, sobre todo en regiones tropicales. Se le llama “zacate de agua” debido a su predilección por las orillas de canales, drenes o cultivos con buena humedad por riego o lluvia. El zacate de agua se reproduce por semilla. Las espiguillas producen gran cantidad de granos amarillo pálido, brillantes, aplastados de uno de los lados y redondeados del otro
Zacate maicillo	*Panicum repens*	Poaceae.	Planta perenne. Su diseminación es por semillas y rizomas.

Plagas

El cultivo de maíz, en el estado de Tamaulipas, es atacado por diversas plagas en sus diferentes etapas de desarrollo (emergencia, desarrollo vegetativo, floración, grano perlita, grano lechoso y grano masoso)

Tabla 13. Principales Plagas con interacción en el área de liberación del OGM, en Tamaulipas

Nombre común	Nombre científico	Ciclo biológico	Síntomas y daños
Gusano cogollero	*Spodoptera frugiperda*	El ciclo de vida de este insecto dura aproximadamente 40 días, el cual consta de cuatro fases: Huevo, larva, pupa y adulto. La hembra deposita masas de 100 a 300 huevecillos cubiertos con escamas, generalmente en el haz, en la parte baja de las hojas basales. A partir del tercer instar las larvas se dispersan a plantas vecinas; tienen hábitos de canibalismo.	El cogollero hace raspaduras sobre las partes tiernas de las hojas, que posteriormente aparecen como pequeñas áreas translúcidas; una vez que la larva alcanza cierto desarrollo, empieza a comer follaje perfectamente en el cogollo que al desplegarse, las hojas muestran una hilera regular de perforaciones a través de la lámina o bien áreas alargadas comidas. En esta fase es característico observar los excrementos de la larva en forma de aserrín
Gusano trozador	*Agrotis* sp.	El ciclo biológico de este insecto consta de cuatro fases: huevo (2-9), larva (20-40), pupa (10-20) y adulto.	Las larvas atraviesan los tallos en la parte superior o por debajo del nivel del suelo para alimentarse trozando la base del tallo.
Barrenador de tallo	*Diatraea sacharalis*	El barrenador de la caña de azúcar tiene un ciclo de vida de que consta de 4 etapas; huevo, larva, pupa y adulto. Las palomillas suelen depositar masas de huevecillos blancos y ovalados en hileras traslapadas en el envés de las hojas.	Los primeros indicios del ataque de este insecto son las hileras de pequeños agujeros que pueden observarse cuando las hojas se van desplegando durante la etapa del verticilo medio. Algunas larvas taladran el verticilo tan profundamente que matan el punto de crecimiento y cortan las hojas centrales en la base. A la larga, estas hojas se marchitan, mueren y se tornan blancas, un síntoma comúnmente conocido como muerte del cogollo. En las etapas más avanzadas del desarrollo de la planta, los barrenadores causan otro tipo de daños, incluyendo el macollamiento y achaparramiento. Las larvas más desarrolladas perforan el tallo, por lo general donde la hoja se une a éste
Pulgón de la hoja de maíz	*Rhopalosiphum maidis*	La pequeña hembra de color azul verdoso no pone huevos, sino que da a luz a ninfas. En las colonias sobrepobladas se producen formas aladas que después emigran hacia otras plantas. Las exubias, o mudas, dan	La función de este insecto como vector del virus del mosaico de la caña de azúcar, virus del mosaico del enanismo del maíz y virus del punteado foliar del maíz le confiere una importancia económica considerable.

		a las colonias una apariencia blancuzca.	La perforación de las hojas y la succión de los jugos de la planta causan un moteado amarillo que carece de importancia desde el punto de vista económico. Las gotitas azucaradas que los pulgones excretan favorecen el desarrollo de hongos saprofitos de color negro y, como consecuencia, las plantas se vuelven pegajosas.
Mosca del estigma	*Euxesta stigmatias*	El ciclo de vida de *E. stigmatias* es de 22 a 27.5 días, y consta de 4 etapas, huevo, larva, pupa y adulto. Las hembras ponen hasta 95 huevecillos por día. Los huevos son depositados en el extremo de la mazorca, sobre o cerca de los pelos del maíz en el punto donde emergen de la mazorca. Las mazorcas jóvenes son preferidas y las dañadas son evitadas. En ausencia de mazorcas, los huevos pueden ser depositados en la base de las hojas o en cualquier lugar, pero los rangos de sobrevivencia son mucho más bajos que cuando estos son depositados en mazorcas.	El daño es causado por el estado larval. La larva se alimenta de las mazorcas, pero el daño principal es al desarrollo de granos en la mazorca. Las larvas pueden ser encontradas alimentándose a lo largo de la mazorca, o mayormente en el extremo. Las larvas también perforan dentro de la tusa, resultando en mazorcas deformes e introducen hongos debajo de la envoltura de la misma. Reducciones en los rendimientos de 95% son reportadas, con picos de daño a inicios de la estación. Puede ocurrir daño significativo aún cuando son aplicados insecticidas.
Araña roja	*Tetranychus spp.*	Tiene un ciclo de vida muy corto pasando por los estados de huevo, larva, ninfa I y II, y adulto. La hembra adulta fecundada pasa el invierno entrando en diapausa en los restos de cosecha, encima de árboles, cortezas, malas hierbas y comienza su actividad o daños sobre el cultivo en épocas favorables. En primavera los adultos se trasladan a los cultivos, sobre todo en el envés de las hojas, comienzan a aparearse y comienzan a realizar las puestas, llegando la hembra a poner entre 100-200 huevos, con una frecuencia de 2-3 días y alcanzando una longevidad de 20 a 28 días. La longevidad de los machos es de 14 días de media.	Los daños directos que provoca la araña roja se deben fundamentalmente a la acción sobre las partes verdes de las plantas, producidas por estiletes, y reabsorción del contenido celular en la alimentación. El síntoma más característico, es la aparición de punteaduras o manchas amarillentas en el haz, producido por la desecación de los tejidos.
Gusano elotero	*Heliothis zea*	El adulto deposita un gran número de huevecillos en los estigmas del jilote, éstos, al emerger, tienen hábitos de canibalismo y se comen unos a otros, queda únicamente una larva por elote, pero con esto es más que suficiente para provocar un severo daño en el cultivo.	Esta plaga daña, principalmente, de manera directa, los granos de la punta del elote y puede ocasionar daños indirectos, pues genera atracción para otras plagas como áfidos y la mosquita pinta.
Diabrótica	*Diabrotica* sp.	Es posible encontrar pequeños gusanos blancos, delgados y suaves cerca de las plantas infestadas y en las raíces de las mismas. Estos gusanos pueden alcanzar de 2 a 3 mm a 1 cm de largo. Después de mudar tres veces, las larvas se convierten en pupas	Las larvas taladran las raíces, lo cual puede resultar en tallos curvos o inclinados, o en plantas acamadas. El acame puede comenzar en la etapa de verticilo medio y continuar hasta la madurez. Los adultos consumen los márgenes foliares perforan las hojas tiernas y a veces cercenan la planta desde la base.

		suaves y blancas dentro de celdillas de tierra, de las cuales emergen los adultos, que varían en tamaño de (de 6 a 9 mm); sus colores van de acuerdo con la especie- Depositan sus huevosen el suelo a una profundidad de hasta 10 cm; el número de generaciones al año (de una hasta tres o cuatro) depende de la especie y la latitud.	Durante la floración, sea limentan de los estigmas verdes y el polen, lo cual a veces causa una deficiente producción de granos o semillas.
Ácaros	*Tetranichus sp.*	Tiene un ciclo de vida muy corto pasando por los estados de huevo, larva, ninfa I, ninfa II y adulto. La hembra adulto fecundada pasa el invierno entrando en diapausa en los restos de cosecha, encima de árboles, cortezas, malas hierbas y comienza su actividad o daños sobre el cultivo en épocas favorables. En primavera los adultos se trasladan a los cultivos, sobre todo en el envés de las hojas comienzan a aparearse y comienzan a realizar las puestas, llegando a la hembra a poner entre 100-200 huevecillos.	Los daños directos que provoca la araña roja se deben fundamentalmente a la acción sobre las partes verdes de las plantas, producidas por estiletes, y reabsorción del contenido celular en la alimentación. El síntoma más característico, es la aparición de punteaduras o manchas amarillentas en el haz, producido por la desecación de tejidos.

Organismos no blanco

Tabla 14. Principales organismos no-blanco que tienen interacción con el cultivo del maíz en la zona de liberación.

Nombre común	Nombre científico	Características y ciclo biológico	Importancia
Catarinita roja	*Cycloneda sanguinea* (L.)	El ciclo biológico dura aproximadamente 30 días pero varía mucho en función de la temperatura. La longevidad de los adultos es de 62 días en promedio. La hembra deposita grupos de 2 a 40 o hasta 60 huevecillos en el extremo de las hojas, en forma perpendicular a la superficie. Presentan un porcentaje de viabilidad entre el 90 y 100%. (Cardoso y Lázzari; 2003; Bahena, 2008).	Adultos y larvas son importantes depredadores de pulgones. Las larvas pueden consumir hasta 200 pulgones por día y los adultos alrededor de 20. Cuando las presas son escasas, los adultos se alimentan del polen de plantas silvestres. Es uno de los depredadores más promisorios para el control del pulgón café que ocasiona la transmisión de la tristeza de los cítricos en México (Alonso et al., 2003; Figuera et al., 2003).
Catarinita anaranjada	*Hippodamia convergens Guérin-Méneville.*	El ciclo de vida dura entre 28 y 33 días aproximadamente. La tasa de reproducción varía de acuerdo al tamaño de la hembra, tipo de presa consumida y condiciones de temperatura. La hembra deposita racimos de 10 a 50 huevecillos, generalmente de color amarillo, con una capacidad de oviposición de hasta 1,500 huevecillos. La larva pasa por cuatro estadios larvales (Balduf, 1969; Loera y Kokubu, 2003).	Adultos y larvas se alimentan principalmente de pulgones. También son depredadores de huevecillos, estados inmaduros de pequeños insectos y ácaros. Las larvas consumen un número variable de pulgones, que puede llegar hasta 170 por día, dependiendo de la densidad de la plaga (Dreistadt y Flint, 1996).
Catarinita gris	*Olla v-nigrum (Mulsant) (= O. abdominalis).*	En laboratorio se determinó una duración entre 19 y 26 días en la etapa de huevecillo a pupa. La hembra deposita grupos de 12 a 19 huevecillos. Se sabe que de noviembre a febrero inverna en la corteza de los árboles y tienen preferencia por árboles y arbustos altos como las leguminosas, también conocidas como fabáceas (Bado y Rodríguez, 1997).	Adultos y larvas son importantes depredadores de pulgones en diferentes tipos de cultivos anuales, árboles frutales y plantas silvestres. También se le ha registrado alimentándose de psílidos (Bado y Rodríguez, 1997; Michaud, 2001; Tarango, 2003) como Diaphorina citri.
Catarinita rosada	*Coleomegilla maculata* DeGeer.	Tiene de dos a cinco generaciones por año. La hembra oviposita de 200 a más de 1000 huevecillos durante un período de tres meses a partir del inicio de la primavera o verano, son depositados en grupos cerca de sus presas. Las larvas pueden recorrer hasta doce metros en busca de sus presas. Los adultos pasan el invierno en grandes concentraciones debajo de la hojarasca y piedras, siempre protegidos en zonas aledañas a los cultivos (Hoffman y Frodsham, 1993).	Adultos y larvas son depredadores generalistas, se alimentan especialmente de pulgones, pero también de ácaros, huevos de insectos y pequeñas larvas. Los adultos también se alimentan de polen, néctar, y esporas de hongos. El polen puede representar hasta el 50% de su dieta, por lo que son muy abundantes durante el periodo de floración de las plantas. Son buenos controladores del "gusano cogollero", así como de huevos y larvas de la catarinita de la papa. Aunque prefi ere las plantas de maíz, se le ha colectado en una gran cantidad de cultivos básicos, hortalizas y árboles frutales (Hazzard et al., 1991;

			Hoffman y Frodsham, 1993).
Catarinita café	*Scymnus sp.*	La información disponible sobre esta especie es muy escasa. Como referencia, para *Scymnus syriacus*, se determinó un ciclo de vida de huevo adulto de 20 a 22 días bajo condiciones de laboratorio. Cada hembra depositó entre 587 y 657 huevecillos y el periodo de ovoposición fue de 39 y 41 días. Aunque en el campo es muy abundante en primavera-verano, también se le ha colectado a fi nales del invierno (González, 2006; Soroushmehr et al., 2008)	Todas las especies de Scymnus son depredadoras de pulgones, sin embargo, también se les ha observado alimentándose de escamas, arañas rojas, trips y ninfas de mosquita blanca (Pacheco, 1985).
Escarabajo colops	*Collops femoratus* Schaeffer.	Generalmente, los huevecillos son depositados en grupos sobre desechos orgánicos del suelo, no obstante, también se han encontrado sobre diversas plantas, son alargados, de color amarillo-rosado y cambian a blancos justo antes de la eclosión. Las larvas construyen una celda en el suelo para pupar. Los adultos pueden encontrarse en fl ores, donde se alimentan de polen (Frank y Slosser, 1996).	Los adultos son muy abundantes en la mayoría de los cultivos, se alimentan de huevecillos, larvas, pupas y ninfas de diferentes insectos, entre los que destacan pulgones, mosquitas blancas, ácaros y mariposas. Las larvas se alimentan de pequeños insectos del suelo. Bajo condiciones de laboratorio, las larvas de *C. quadrimaculatus* consumieron 85 huevecillos de *Helicoverpa zea* "gusano bellotero del algodón" (Parajule et al., 2006).
Chinche asesina	*Sinea* sp.	Los huevos son puestos sobre las plantas, en general, en los mismos sitios donde viven los adultos, tienen forma variable y muchos son ornamentados. Durante la alimentación usan el rostro para inyectar una saliva letal que licua el interior de la presa, a la cual posteriormente absorben. Las patas de algunos de estos hemípteros están cubiertas de finas sedas, que les sirven para fijarse a la presa mientras se la comen. Son capaces de matar a presas más grandes que el insecto. Como ninfas, algunas especies se cubren con restos vegetales, o con los restos de presas muertas.	Este grupo de insectos está integrado exclusivamente por chinches depredadoras, excepto por los miembros de la subfamilia Triatominae, que incluye a las chinches con hábitos hematófagos, portadoras del protozoario que ocasiona la "enfermedad de Chagas". Los depredadores son muy activos y algunas especies pueden contribuir al control biológico de plagas. Algunas especies son depredadoras de varios insectos que viven sobre árboles frutales (Gallo et al., 2002).
Chinche asesina	*Zelus longipes (L.).*		
Mosca sírfide, prob.	*Metasyrphus* spp..	Los adultos de la mosca sírfide se parecen a las abejas pero únicamente tienen un par de alas. Tienen el hábito de quedarse suspendidas en el aire. Las larvas de la mosca sírfide (foto de en medio) generalmente son verdosas, son gusanos sin patas, redondeados de la parte trasera y terminan en punta en la cabeza (miden 5-10 mm). Se encuentran en las colonias de áfidos.	Las larvas son depredadoras de pulgones principalmente, aunque también se alimentan de trips, pequeñas larvas de mariposas y pequeños artrópodos de cuerpo blando. Se ha determinado que una larva puede consumir hasta 400 pulgones durante todo su desarrollo. Los adultos se alimentan de néctar, polen o mielecilla producida por pulgones (Hoffman y Frodsham, 1993).
Avispita.	*Meteorus* spp.	Viven en nidos construidos con barro o fibra vegetal mezclada con saliva que le da una apariencia similar al papel. Con frecuencia se agrupan en sociedades divididas en castas	Los adultos suelen alimentarse de substancias dulces como jugos, néctar o polen, son depredadores generalistas y se les ha reportado alimentándose de
Avispita	*Euplectrus* spp.		

Avispita	*Aphidius testaceipes* (Cresson).	integradas por una reina, machos y obreras, aunque también pueden ser solitarias. Algunas especies no consumen directamente a sus presas, sino que las mastican antes de ofrecerlas como alimento a sus larvas, las cuales a su vez, producen un líquido transparente, rico en aminoácidos, que sirve de alimento a los adultos. En la mayoría de las avispas con hábitos solitarios la alimentación se basa en la introducción de las larvas de sus presas a los nidos, los cuales pueden construirse en cavidades de ramas o troncos, así como enterrados en el suelo (Borror et al., 1981; Hunt et al., 1982)	diversos insectos plaga, como el picudo del algodón, minadores de hojas y diabróticas. No obstante, el 90 a 95% de la proteína consumida por las avispas adultas puede estar constituida por larvas de mariposa (Carvalho y Souza, 2002). Algunas especies son efi cientes depredadores del minador de las hojas del cafeto (Leucoptera coffeella). Se ha registrado que una colonia de la avispa Polistes versicolor puede capturar alrededor de 4000 presas al año (Prezoto et al., 2006)
Familia Bracónidos	*Cotesia marginiventris* (Cresson)	*Cotesia marginiventris* es un parasitoide general de plagas noctuidos. Los bracónidos son parasitoides solitarios, es decir, ponen un solo huevo en cada hospedero, o gregarios, ponen varios huevos por hospedero (Quick, 1997). El hiperparasitismo es extremadamente raro. La mayoría son endoparasitoides, se alimentan como larvas en el interior del hospedero, lo más frecuente es que el último estadio larvario abandone la larva hospedera y pupe fuera de ésta. Los adultos son de vida libre y se alimentan de néctar o polen (Shaw y Huddeleston, 1991). Se ha observado un sincronismo espacio-temporal entre el período de vuelo y el período de fl oración de la vegetación, que representa la fuente energética necesaria para la sobrevivencia, ovogénesis y el éxito en el hallazgo de los hospederos.	Muchos bracónidos son parasitoides de larvas de escarabajos, moscas, mariposas, pulgones y chinches. La mayoría matan a sus hospederos o los esterilizan y les ocasionan una pérdida de movimiento. Debido a la alta especificidad que tienen algunas especies con su hospedero, son importantes en el control biológico, en particular de pulgones (Quick, 1997). En diversas localidades de Michoacán se ha colectado a los géneros Chelonus y Cotesia parasitando al gusano cogollero del maíz (Bahena, 2008)
Tricograma	*Trichogramma* spp.	Son pequeñas avispas que miden en promedio 0.30 mm de longitud, parasitan huevos de aproximadamente un centenar de especies de insectos-plaga y hace muchos años que se usan con gran éxito en diferentes cultivos. El parásito se desarrolla dentro de los huevos de las plagas, destruyéndolos y así evitando que las poblaciones de estas plagas crezcan libremente.	Destruye los huevos de las plagas, evitando que se formen los gusanos que se comen los cultivos. No hay peligro de intoxicación para quien haga las liberaciones de las avispas. Además de que con el costo de una aplicación de insecticidas podemos hacer hasta diez liberaciones del parásito. No rompe el equilibrio ecológico y no contamina los alimentos.
Abejas	*Apis sp*	Las abejas pasan a través de cuatro etapas de desarrollo: huevo, larva, pupa y adulto. Los huevos de las abejas miden aproximadamente un milímetro de largo. La reina examina sus hueos antes de ponerlos uno junto a otro en el centro de los panales de cera, con polen alrededor de ellos. Las reinas pueden poner hasta 2000huevos por día durante la primavera.	Insecto polinizador
Abejorros	*Bombus sp.*	La reproducción de esta especie se produce en el invierno. Ya en el otoño la hembra (reina joven) se retira con un macho a una zona rsguardada y abrigada donde se procede a la reproducción.	Insectos polinizadores.

		Una vez llegada la primavera, la reina sale y busca un lugar par armar su nido conde depositará sus huevos ya fertilizados.	
Crisopas	*Chrysoperla carnea*	Las hembras ovipositan sobre los troncos de los árboles o sobre hojas, las puestas pueden ser juntas o solitarias, el huevo posee un pendúnculo por medio del cual queda adherido y que los protege de la depredación. Durante su etapa larvañ sufren dos mudas y res estadios, seguidos por el estadío de pupa para finalmente pasar a adultos.	En manejo de control de plagas, controlan con éxito ácaros, áfidos, larvas de lepidópteros, himenópteros fitófagos y pulgones; en especial, sus larvas controlan el pulgón del rosal.

.

1. Plano de ubicación señalando las principales vías de comunicación

Tamaulipas, a través de sus 13,000 kilómetros de carreteras con ejes, enlaza a los estados del centro, norte y occidente de México con los Puertos de altura de Tampico y Altamira y el agrupamiento petroquímico más importante de México. Además cuenta con modernas carreteras que unen al estado con la Carretera interestatal I-69 que conecta a los Estados Unidos de América y Canadá.

En Tamaulipas existen 938 kilómetros de red ferroviaria, con enlaces nacionales al centro y norte del país y dos cruces ferroviarios en la frontera de Tamaulipas con Texas, que se integran al sistema ferroviario de los Estados Unidos de América.

Comparte 370 km de frontera con Estados Unidos y 420 km de costa con el Golfo de México. Tiene 15 cruces internacionales con puertos fronterizos que permiten el fácil acceso de mercancías y movimiento turístico. Se enlazan a la interestatal I-69 que conecta con Estados Unidos y Canadá, de gran importancia en el intercambio comercial.

Matamoros

En diciembre del 2003 la longitud de la red carretera del municipio era de 389.0 kilómetros, de las cuales el 39% son troncales federales, el 44% son alimentadores estatales y el 17% son caminos rurales. A través del sistema de comunicación carretero, el municipio de Matamoros está conectado por las carreteras 101 y 4 a los principales mercados en México. Además que está ubicado a tan sólo 48 km del proyecto de la carretera más importante de los Estados Unidos, la I69, que conecta la ruta del TLCAN. Asimismo el municipio de Matamoros cuenta con un total de 20 kilómetros de autopista como red federal de cuota, la cual es un importante acceso que conecta nuestra ciudad con la carretera de cuota que va hacia la Ciudad de Monterrey. Esta vía de comunicación representa el 35% de las autopistas que se encuentra en el estado (**Figura 17**) (IMPLAN, 2004).

En el estado existe una importante red de comunicación ferroviaria, conformada por 4 líneas, cuya longitud es de 927 km, de los cuales 684 son troncales, 158 secundarios y 85 más son particulares. La línea de Matamoros se comunica con Reynosa, Gustavo Díaz Ordaz, Camargo, Monterrey y el centro de México, además de enlazar, mediante el cruce ferroviario internacional, el sistema ferroviario estadounidense y hacia las ciudades de Corpus Christy, Houston, Memphis y Chicago. De la vecina ciudad americana de Brownsville, Tx, parte una línea de ferrocarril que conecta con las ciudades de San Antonio, Houston y Nueva Orleans (IMPLAN, 2004).

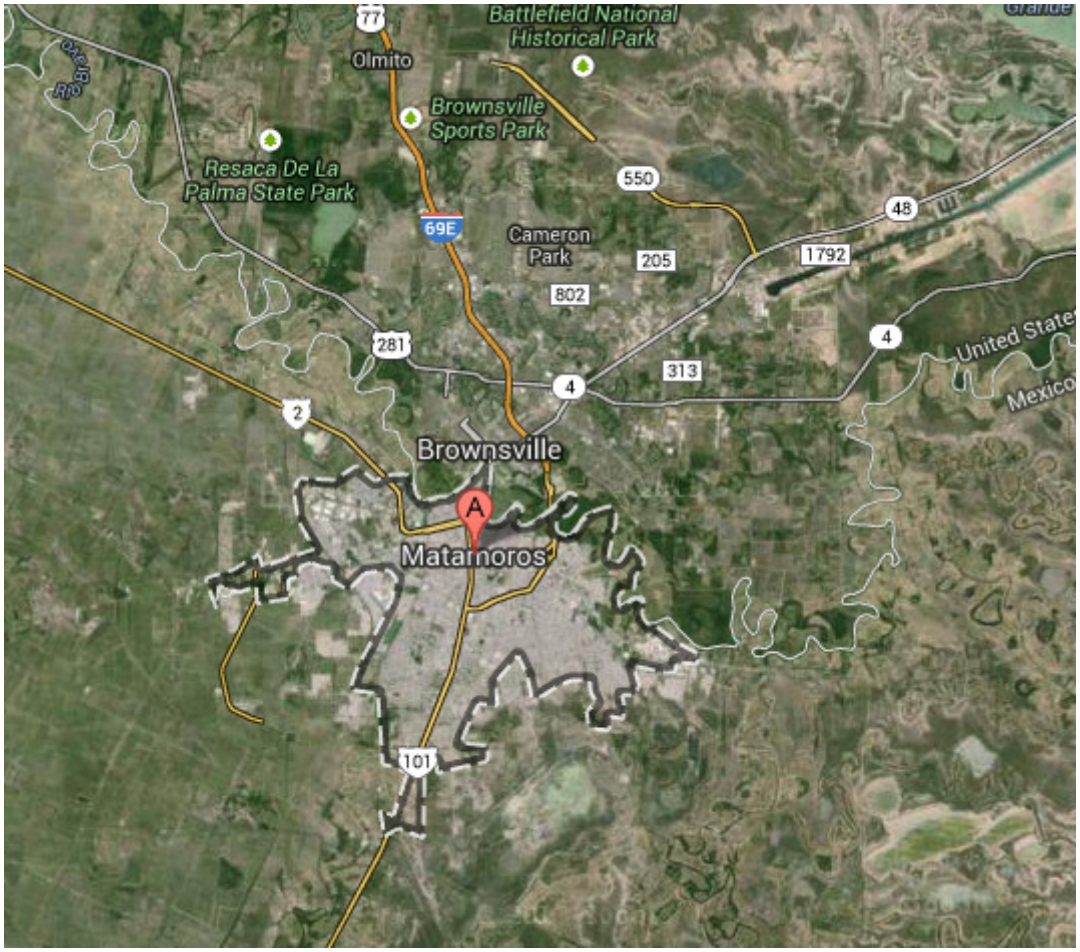


Figura 17. Plano de ubicación con principales vías de comunicación de Matamoros, Tamaulipas.

Río Bravo

El municipio de Río Bravo, cuenta con una carretera de 4 carriles (Carretera Federal 2), conurbada con los municipios de Reynosa y Gustavo Díaz Ordaz (**Figura 18**). Además tiene una vía ferroviaria que inicia en la Cd. de Monterrey, pasa por Camargo y termina en Matamoros, que lo comunica con todo el país, el municipio de Río Bravo cuenta con un ramal y estación para servicio de carga (Periódico Oficial Tamaulipas, 2011).

Por otra parte el aeropuerto internacional de Reynosa se ubica a tan solo 12,5 km de la Cd. de Río Bravo. El municipio cuenta con aeródromos de la aviación civil, red telefónica, telegráfica, servicio postal, estaciones de radio, señales televisivas satelitales (Periódico Oficial Tamaulipas, 2011).

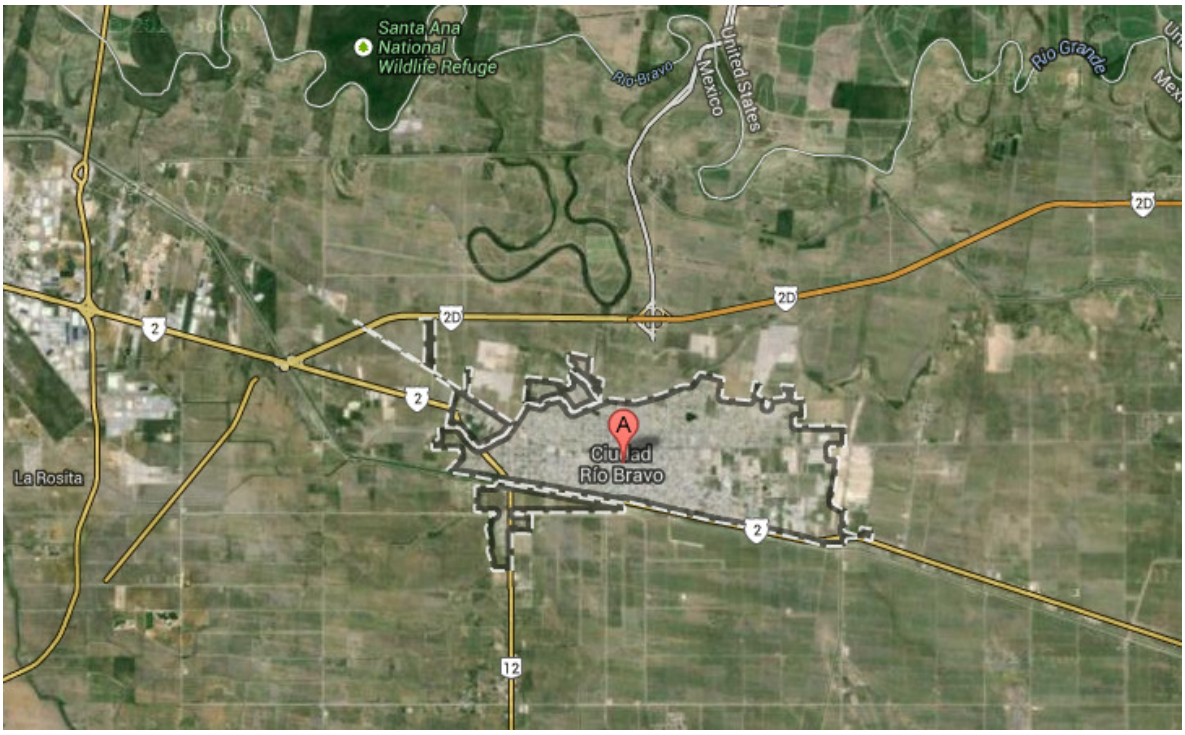


Figura 18. Plano de ubicación y principales vías de comunicación de Río Bravo, Tamaulipas.

VI. MEDIDAS DE MONITOREO Y DE BIOSEGURIDAD A REALIZAR

En esta sección se desarrollan y especifican las medidas y procedimientos de bioseguridad a seguir **previos, durante y posteriores** a la liberación. Así como también se desarrolla el programa de Buen uso y manejo de la tecnología.

a) Medidas de monitoreo

Dow AgroSciences ha desarrollado un manual de Procedimientos Operativos Estándar para OGM's regulados, el cual será implementado en todos los ensayos de investigación que involucren Maíz GM, en dicho manual se enlistan todas las medidas de bioseguridad y monitoreo a seguir durante todo el proceso de investigación con materiales GM con el fin garantizar el uso adecuado del material regulado durante las pruebas piloto y prevenir cualquier liberación accidental durante el proceso.

1. Plan de monitoreo detallado

A continuación se detallan las medidas y procedimientos a seguir durante todo el proceso de la liberación para asegurar un manejo responsable del maíz GM. La información presentada forma parte del Manual de Procedimientos Operativos Estándar para el manejo de cultivos GM regulados que **Dow AgroSciences** ha desarrollado.

Personal

Dow AgroSciences de México garantizará que todo el personal que tenga acceso o trabaje en el lugar durante el ciclo del cultivo, el período de cosecha y el de post cosecha esté adecuadamente capacitado. Esto significa que deben conocer sus responsabilidades en cuanto al confinamiento del ensayo, al mantenimiento de registros adecuados y sobre las acciones tomar en caso de producirse daños en el lugar del ensayo o una liberación accidental, teniendo presente quién es responsable de llevarlas adelante.

Como documentos probatorios se presentarán las bitácoras de los entrenamientos firmadas por el personal.

Movilización y recepción

La movilización de material regulado dentro del territorio nacional sólo podrá ser entre los destinos establecidos en esta solicitud, los cuales serán previamente autorizados por SAGARPA.

La semilla será transportada en triple empaque, esto es, la semilla se coloca en una bolsa de papel y está en otra bolsa secundaria, y por último, el paquete completo se coloca dentro de un contenedor de madera, plástico o cartón, el cual será sellado, etiquetado y rotulado para identificar cada material.

Todos los envíos de semilla regulada deberán incluir:

- Una copia del permiso de liberación de SAGARPA.
- Una etiqueta exterior que identifiquen el contenido y los contactos de emergencia.

Se garantiza que el empaque de la semilla no será abierto sino hasta el sitio en donde se llevará a cabo la liberación al momento de la siembra. La semilla de maíz GM será empacada en contenedores seguros y durante el transporte se mantendrá separada de otras semillas y/o material vegetal.

Se contará con un formato de "Registro de envío/recepción" en el cual se dará seguimiento a todos los envíos de material regulado.

Almacenamiento

Durante el almacenamiento se seguirán las siguientes medidas de bioseguridad:

- Todas las semillas de maíz GM se identificarán claramente y se almacenarán de forma tal que se evite cualquier mezcla con otras semillas de materiales convencionales.
- El área de almacenamiento será un lugar seguro, con acceso restringido, y estará claramente identificado mediante una señalización que comunique el tipo de material que se encuentra.
- Solamente personal que haya completado la capacitación podrá ingresar en áreas de almacenamiento de semillas reguladas.
- Toda semilla que sea almacenada lo hará en doble empaque, de manera que en caso de haber derrames en el empaque primario el empaque secundario sirva de contención.
- Se contará con un formato de "Registro de almacén" para documentar cualquier movimiento los movimientos y tener un inventario actualizado.

Siembra

Las siembras en fase piloto con el maíz GM **MON-89Ø34-3 × DAS-Ø15Ø7-1 × MONØØ6Ø3-6**, serán ejecutadas por personal de **Dow AgroSciences** o contrataciones a nombre de la empresa y se harán de forma similar a la siembra de materiales convencionales. Se corroborarán en campo los siguientes aspectos antes de la siembra:

- La superficie autorizada en el permiso de liberación,
- La ubicación del predio mediante coordenadas UTM antes de sembrar.
- Verificar que se cumplan las medidas de aislamiento propuestas en esta solicitud respecto a otros maíces y materiales receptivos
- Verificar que los materiales estén en orden de siembra planeado y de acuerdo al protocolo del ensayo.

La ubicación de los sitios para la siembra piloto se realizará con anticipación para asegurar que los predios son representativos de la región de interés y cumplen con los criterios de selección para ensayos agronómicos.

Una vez obtenida la aprobación de los sitios de siembra para fase piloto, estos serán delimitados en las cuatro esquinas con marcadores semipermanentes (por ejemplo, estacas de madera, postes de metal, PVC o fibra de vidrio).

La información mínima requerida de los predios de liberación será la siguiente:

- Nombre del responsable del predio y datos de contacto.
- Número de permiso
- Dimensiones exactas del lugar de las siembras.
- Área total sembrada con materiales GM, incluyendo zona buffer (m^2 o ha).
- Identificación de todos los lotes en la vecindad del predio y cultivos.
- Fecha de siembra.
- Puntos cardinales, con el Norte hacia la parte superior de la página

Los equipos y maquinaria utilizada en la siembra y cosecha serán limpiados antes de salir del predio autorizado. Los métodos de limpieza pueden incluir limpieza manual, con aire comprimido, aspiradoras de aire o con agua a alta presión. En caso de usar aspiradoras, el material colectado durante la limpieza deberá ser desechado dentro del área autorizada. Se generarán registros de limpieza que son parte de la documentación del seguimiento y cumplimiento de mejores prácticas.

Cosecha

La cosecha de siembras piloto con el maíz GM **MON-89Ø34-3 × DAS-Ø15Ø7-1 × MONØØ6Ø3-6**, serán ejecutadas utilizando el mismo procedimiento que la cosecha de materiales convencionales de la región.

Toda la maquinaria y equipos utilizados en la cosecha serán limpiados de todo remanente de grano y material vegetal (granos, olotes, tallos, rastrojo, etc.) en el predio autorizado y antes de salir de dicho predio, de igual manera el transporte empleado para llevar el grano producido a la reciba será limpiado de todo remanente. La cosecha será ejecutada de manera que se evite la liberación accidental de grano fuera del área autorizada, los predios de liberación serán monitoreados en búsqueda de plantas voluntarias en poscosecha, por un periodo de 6 meses.

En algunas circunstancias se puede dar por terminada una siembra antes de la fecha prevista para su cosecha, por ejemplo debido a condiciones ambientales desfavorables (granizo, sequías, huracanes, etc.) o debido a consideraciones relacionadas con el cumplimiento de las condiciones establecidas en el permiso. Las siembras que deban darse por finalizadas en forma temprana serán cortadas, trituradas e incorporadas al suelo mediante prácticas culturales.

El grano de maíz cosechado producto de las parcelas piloto será transportado en contenedores seguros para prevenir liberaciones accidentales y/o no intencionales. **Dow AgroSciences** ejecutará contratos con los productores y acuerdos con la recibas/procesadoras, respectivamente, para asegurar el direccionamiento de la producción a la cadena agroalimentaria.

El responsable de **Dow AgroSciences** o su asignado para esa localidad deberá de monitorear las actividades de preparación y ejecución de la cosecha, que incluye:

- Verificación de las condiciones del contenedor a utilizar para la movilización del grano para prevenir posibles liberaciones accidentales y/o no intencionales.
- Documentación del material cosechado y datos del transportista.
- Verificación de la limpieza de la cosechadora y de todo el equipo utilizado durante la cosecha y la documentación de dichas actividades
- Destrucción e incorporación del material vegetal remanente después de la cosecha de modo tal que resulte inviable.

2. Estrategias de monitoreo posteriores a la liberación del OGM, con el fin de detectar cualquier interacción entre el OGM y especies presentes en el área donde se pretenda realizar la liberación.

De acuerdo a las medidas de bioseguridad para la etapa piloto propuestas por la autoridad, los ensayos en programa piloto con maíz GM deberán estar rodeados con un bordo de 50 m de maíz convencional como medida de aislamiento. Por lo tanto al momento de la siembra se verificara que el bordo cumple con las características de superficie y que la variedad sembrada coincide con la fenología del maíz GM. Con esta medida de aislamiento se asegura que no haya interacción entre el OGM y otras variedades de maíz.

Durante la fase reproductiva, específicamente durante la floración, se establecerán medidas adicionales para evitar flujo de polen del maíz GM hacía otros maíces:

- Personal o equipo que entren en campos con transgénicos regulados durante el periodo de floración y receptividad sexual, deberán abstenerse de entrar a otros campos con cultivos sexualmente compatibles durante etapas reproductivas hasta el siguiente día a menos que se tomen medidas oportunas para eliminar el polen de la persona, su ropa y el equipo.
- Preferentemente se recomienda el uso de trajes Tyvek® para evitar el transporte del polen mediante la ropa.

Una vez cosechado el experimento, se realizará un monitoreo en el predio de liberación, dicho monitoreo comenzará a las 4 semanas después de la cosecha o tan pronto las condiciones sean favorables para la germinación y crecimiento de plantas voluntarias. El responsable del ensayo, o a quien se designe, le dará seguimiento a la implementación y documentación del programa de monitoreo y destrucción de plantas voluntarias.

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.

Manejo de plantas voluntarias

Después de la cosecha, se implementará el programa de monitoreo para plantas voluntarias en el predio de liberación para asegurar que cualquier planta voluntaria sea eliminada antes de que llegue a floración o a producción de semilla.

El siguiente ciclo de siembra para un predio sembrado en fase Piloto, sólo podrá ser sembrado con maíz GM de los mismos materiales en fase Comercial, de otra forma se deberá sembrar con otro cultivo diferente al maíz para facilitar el seguimiento de plantas voluntarias por un ciclo agrícola después de la siembra fase Piloto. Los restos de cultivo una vez que se coseche el grano producido será eliminado siguiendo las mejores prácticas de manejo y preparación de suelos prevalentes en la región.

La detección en campo de los eventos **MON-89Ø34-3, DAS-Ø15Ø7-1** y **MON-ØØ6Ø3-6** puede hacerse mediante el uso de tiras de flujo lateral específicas para cada uno de los eventos, las cuales proporcionan resultados visuales en 3 a 5 minutos (**Tabla 15**). Las tiras InmunoStrip® de Agdia (<https://orders.agdia.com/homepage.asp>) se basan en una reacción enzimática y consiste en una bolsa plástica con malla y solución amortiguadora en el interior, en la cual se coloca la muestra y una laminilla permeable de 0.5 por 10 cm la cual contiene los antisueros de detección y en la cual se define la prueba. Este sistema de prueba puede ser utilizada en semillas o en hojas, y puede detectar 1 semilla transgénica en 200 semillas de maíz (0.5%).

Tabla 15. Herramientas para la detección de los eventos MON-89Ø34-3, DAS-Ø15Ø7-1 y MON-ØØ6Ø3-6.

Producto	Evento	Formato
Agdia STX 05801	MON-89Ø34-3; Bt-Cry2A	ImmunoStrip®
Agdia STX 10301	DAS-Ø15Ø7-1; Bt-Cry1F	ImmunoStrip®
Agdia STX 74000	MON-ØØ6Ø3-6; Roundup Ready®	ImmunoStrip®

b) Medidas de bioseguridad

Con el fin de cumplir con los lineamientos y requisitos normativos, de responsabilidad, ambientales, de salud y seguridad, **Dow AgroSciences** ha desarrollado un manual de Procedimientos de Operación Estándar para el manejo de cultivos GM regulados, el cual será implementado en todos los ensayos de investigación que involucren Maíz GM. Los Procedimientos de Operación Estándar para OGM's regulados fueron diseñados para garantizar el uso adecuado del material regulado para pruebas de investigación y prevenir cualquier liberación accidental durante el desarrollo de la experimentación con maíz GM. El manual de Procedimientos establece medidas de bioseguridad a implementarse durante todo el proceso de investigación desde la movilización hasta el monitoreo de voluntarias posterior a la cosecha.

En el apartado anterior se abordaron de manera detallada las medidas de bioseguridad que habrán de implementarse en cada una de las etapas del proceso de investigación con el fin de evitar cualquier liberación accidental, dichas medidas incluyen la movilización y almacenamiento.

Adicionalmente como medida de bioseguridad para evitar el flujo génico se propone delimitar el sitio de liberación con 50 metros de maíz híbrido convencional en todo el perímetro. Así mismo en caso de existir poblaciones de maíces nativos, silvestres o criollos a una distancia de hasta 500 m se implementará un desfase de 21 días respecto a estos materiales.

1. Medidas para la erradicación del OGM en zonas distintas a las permitidas

En el caso de una liberación accidental de semillas de maíz durante el transporte o el almacenamiento, el incidente debe mantenerse bajo control y la persona a quien se otorgó el permiso debe ser notificada de inmediato acerca de la situación. La parte autorizada deberá asegurar la recuperación de la mayor cantidad posible del material y restaurar su control. El material recuperado será inhabilitado. Todas las acciones correctivas adoptadas para resolver una liberación accidental durante el transporte o el almacenamiento deben documentarse.

Una vez que han sido adoptadas acciones correctivas para resolver la liberación accidental, la parte autorizada deberá llevar a cabo un análisis de la situación para identificar sus causas y luego determinar los cambios que sea necesario introducir en las prácticas de manejo o de lo contrario contar con personal adicional capacitado para garantizar que la situación no se repita.

Con el fin de evitar cualquier pérdida de contención o liberación accidental el personal encargado del manejo de la semilla debe estar debidamente capacitado y conocer las responsabilidades para garantizar que el material sea manipulado, empacado, etiquetado y almacenado de manera adecuada y que se lleven registros apropiados, para que se sepa qué acciones tomar y por parte de quien. Las copias de los procedimientos operativos estándar deben encontrarse en forma accesible para todo el personal.

La semilla a utilizar para el establecimiento del programa piloto y el grano producido serán transportados en contenedores seguros y adecuados para cada actividad. Cualquier formato de contenedor y/o empaque utilizado para el transporte y almacenamiento de semilla y /o grano debe prevenir liberaciones accidentales y/o no intencionales. La semilla será importada, manejada, preparada para siembra y sembrada por personal capacitado.

Los embarques de semilla estarán claramente identificados con etiquetas que incluirán la información pertinente. Se recomienda que la etiqueta de embarque de la semilla incluya:

- Número de Permiso
- Especie vegetal
- Cualquier tratamiento de la semilla
- Detalles de la persona a contactar en el caso de una liberación accidental

Las muestras de semilla deben ser movilizadas en un contenedor, el cual puede ser una bolsa gruesa (por ejemplo 5 milésimas de pulgada de grosor) o en un paquete sellado formado por material resistente a la ruptura y la humedad. Este contenedor primario debe ser luego colocado en un contenedor secundario sellado, a prueba de goteo, que puede estar hecho con materiales como plástico con sellado térmico, aglomerado de fibra corrugada, cartón corrugado, madera u otro material de resistencia equivalente.

Dow AgroSciences es responsable del resguardo, custodia y disposición de toda semilla remanente que no se haya utilizado en las siembras en fase piloto. En caso de que así sea, se procederá a la destrucción (molienda) de dichos materiales notificando a SAGARPA de dicha ejecución.

Se llevarán registros de la importación, transporte, recibo, almacenamiento, disposición y uso de la semilla. Estos registros son documentos de soporte del programa de seguimiento, verificación y cumplimiento regulatorio y podrán ser examinados por los reguladores para efectos de verificación y/o auditoría. El área de importaciones notificará al destinatario la fecha, el tipo y cantidad de material que

será enviado y/o movilizado antes de su embarque. En el momento de recibir el material, quien los reciba confirmará fehacientemente que el envío/cargamento ha llegado intacto y que no ha habido pérdida alguna. Posteriormente, quien recibe el envío debe informarle al despachador que el material se recibió en condiciones satisfactorias. Las condiciones de envío y recepción serán documentadas.

2. Medidas para la protección de la salud humana y el ambiente, en caso de que ocurriera un evento de liberación no deseado

La evaluación de la inocuidad de los organismos genéticamente modificados (OGMs) se basa en una evaluación integrada, paso por paso y caso por caso; estando dirigida por los resultados de la comparación entre ese organismo y su homólogo convencional que esté siendo consumido por la población mexicana.

El evento de Maíz GM **MON-89Ø34-3 × DAS-Ø15Ø7-1 × MONØØ6Ø3-6** es sustancialmente equivalente al maíz tradicional excepto por las características introducidas.

Según las evaluaciones continúas de la EPA, la exposición de los eventos individuales MON89034, TC1507 y NK603; así como al evento apilado **MON-89Ø34-3 × DAS-Ø15Ø7-1 × MONØØ6Ø3-6**, no genera ningún riesgo a nivel ambiental ni para la salud de la población humana. Se ha estudiado y demostrado la falta de patogenicidad y toxicidad de dichos eventos y no se han reportado diferentes datos en países en donde ya está aprobado este evento.

Bacillus thuringiensis es el organismo donador del gen cry1F que se expresa en el evento **DAS-Ø15Ø7-1**. Las especies de *Bacillus thuringiensis* no tienen antecedentes de causar alergias. En los casi 30 años de su uso comercial, no se han presentado reportes de alergenicidad a *Bt*, incluyendo alergenicidad ocupacional asociada con la elaboración de productos conteniendo *Bt* (EPA, 1995a). Las formulaciones microbianas a base de *Bt* han sido utilizadas en un gran número de cultivos que incluyen, vegetales frescos, y hasta el momento no ha habido reportes de alergenicidad. Las proteínas *Bt* han demostrado ser específicas para el control de ciertas especies lepidópteras.

El historial de uso y la literatura sugieren que las proteínas *Bt* no son tóxicas para insectos benéficos.

Se han comparado las líneas endocriadas y los híbridos que expresan la proteína Cry1F con su equivalente no transformado para analizar la abundancia relativa de artrópodos benéficos incluyendo los siguientes: vaquitas de San Antonio (*Cycloneda munda y Coleomegilla maculata*), carábidos depredadores, hemeróbidos (familia Hemerobiidae), crisopas (*Chrysoperla plorabunda*), chinche antocórido (*Orius insidiosus*), chinches asesinas (familia Reduviidae), chinche damisela (familia

Nabidae), avispas parasíticas (familias Ichneumonidae and Braconidae), libélulas (insectos del orden Odonata, subórdenes Anisoptera (dragonflies) y Zygoptera (damselflies)) y arañas. Los recuentos visuales no arrojan diferencias significativas entre el número de artrópodos recogidos del maíz TC1507 y de las isolíneas no transgénicas, salvo dos excepciones. Se encontró un número significativamente mayor de vaquitas de San Antonio en la línea TC1507 (1.2 por cada planta bajo estudio contra 0.6 cada planta control) y el número de Orius fue bastante mayor en la línea TC1507 que en la línea no transgénica en dos de las tres ocasiones en que se tomaron muestras. En resumen, estos ensayos a campo indican que la proteína **Cry1F no ejerce ningún efecto directo o indirecto en las poblaciones de artrópodos benéficos**.

Así mismo, se realizaron estudios de alimentación específicamente orientados a una serie de especies no blanco, incluyendo larvas y ejemplares adultos de abejas, crisopas, himenópteros parasitoides, vaquitas de San Antonio, daphnias o pulgas de agua (invertebrados acuáticos), lombrices de tierra y colémbolos (invertebrados edáficos) En ningún caso se observaron efectos adversos.

Se llevó a cabo un estudio adicional sobre el efecto de la proteína Cry1F en las larvas neonatas de la mariposa monarca (*Danaus plexippus*) cuando se las alimenta con raciones de 10.000 ng/ml de dosis de alimento. Se registraron el peso y la mortalidad para el primer estadío larval a los siete días de alimentación. Si bien se constató cierta inhibición del crecimiento, no hubo mortalidad entre las monarcas alimentadas con la ración de 10.000 ng/ml de alimento – la tasa más alta. Dado que las dosis de polen equivalentes a una dieta de 10.000 ng/ml no ocurren naturalmente sobre las hojas de las plantas con el evento **DAS-Ø15Ø7-1**, se puede concluir que la proteína Cry1F **no representa un riesgo para las mariposas monarca** (Agbios, 2006).

También se ha demostrado que no existe toxicidad para mamíferos a altos niveles de exposición a la proteína Cry1F purificada. Estos estudios demuestran la seguridad de los productos a niveles mayores a la exposición posible que se pudiera tener a los cultivos Bt.

La exposición vía cutánea o por inhalación es poco probable ya que la proteína Cry1F se encuentra dentro de las células de las plantas por lo que esencialmente se eliminan estas rutas de exposición. El uso de la proteína Cry1F es para usos agrícolas, para el control de plagas de lepidópteros, por lo que no se espera exposición de infantes por vías residenciales. En caso de una exposición negligente, la EPA concluye que dicha exposición no presentaría ningún riesgo dada la falta de toxicidad de la proteína Cry1F.

La EPA (desde el 2001 y a través de sus evaluaciones constantes) **concluye que hay una certeza razonable de que no existe riesgo para la población por la exposición a la proteína**

Cry1F y al material genético necesario para su producción. Esto incluye a todas las exposiciones dietarias y otro tipo de exposiciones.

La fuente del gen pat es *Streptomyces viridochromogenes*. *S. viridochromogenes* es una bacteria presente comúnmente en el suelo y no es patogénica a humanos (Van Wert, 1994).

Bajo las condiciones de estudio, la LD50 de la proteína PAT en ratones machos y hembras fue mayor a 6000 mg/kg. Estos resultados son consistentes con previos estudios donde se indica que **la proteína PAT no representa riesgo alguno a la salud humana** (EPA, 1997; EPA, 1995b).

La proteína PAT fue analizada para digestibilidad *in vitro* utilizando fluidos gástricos simulados conteniendo pepsina proteolítica (Glatt, 1999). Para cada punto en el tiempo, 8 µg de la proteína PAT fue mezclada con liquido gástrico simulado (pH 2.0) conteniendo aproximadamente 0.3% pepsina (peso/volumen). Proteínas y fragmentos digeridos (si presentes) fueron separados por electroforesis y visualizados con azul de Comassie. La proteína PAT fue completamente digerida dentro de cinco segundos en las condiciones gastrointestinales simuladas, indicando muy poca o nula estabilidad de la proteína PAT en el ambiente simulado gastrointestinal (EFSA Opinion of Scientific Panel, 2007)

El gen cp4 epsps presente en la línea de maíz **MON-89Ø34-3 × DAS-Ø15Ø7-1 × MONØØ6Ø3-6** no codifica para alérgenos conocidos. Ni la proteína Cry1F, ni la proteína PAT, ni la proteína CP4 EPSPS comparten secuencias inmunológicamente significativas de aminoácidos con alérgenos conocidos. Estos resultados, junto con la rápida ruptura de estas proteínas en condiciones digestivas, permiten concluir que las proteínas **Cry1F, PAT y CP4 EPSPS no presentan ningún riesgo alergénico** significativo. No existen pruebas de que las proteínas Cry1F, PAT o CP4 EPSPS puedan potencialmente provocar reacciones alérgicas al ser consumidas directamente con el grano, o a partir de sus productos derivados presentes en los alimentos o forraje (EFSA Opinion of the scientific panel, 2007).

Se puede concluir que:

- Ninguno de los organismos donantes: *Bacillus thuringiensis*, *Streptomyces viridochromogenes*, o *Agrobacterium* sp, poseen antecedentes como factores causantes de alergia.
- Los genes cry1F, pat y cp4 epsps que se encuentran en la línea de maíz 1507x NK603 no codifican alérgenos conocidos.

- Ninguna de las tres proteínas comparte una homología significativa de secuencia de aminoácidos con proteínas alergénicas conocidas (dado que la estructura proteica es una de las principales causantes de alergia).

- Las tres proteínas son fácilmente degradables en fluido digestivo simulado y absorbidas rápidamente en el estómago como aminoácidos.

El OGM que se pretende liberar, **PowerCore™**, cuenta con la autorización de la Secretaría de Salud, Autorización número No.103300913X0007. En el **Anexo 8** se encuentra la Autorización de la Inocuidad del maíz BT **MON-89Ø34-3 × DAS-Ø15Ø7-1 × MONØØ6Ø3-6**, otorgado por la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios de la Secretaría de Salud.

En cuestiones ambientales, en caso de una liberación no deseada, se ha desarrollado un programa de acciones correctivas que incluyen desde la notificación a la SAGARPA-SENASICA del evento, el registro del mismo, el monitoreo continuo, la detección molecular de plantas voluntarias y su destrucción. El plan de acciones correctivas se encuentra mejor especificado en la sección anterior.

c) Propuestas de protocolos para evaluar el riesgo al medio ambiente y a la diversidad biológica, así como a la sanidad vegetal

1. Mantener la eficacia del cultivo GM resistentes a insectos para controlar plagas objetivo

Uno de los elementos clave del Programa de Manejo de la Resistencia a insectos que **Dow AgroSciences** promoverá e implementará para la liberación comercial del maíz GM evento es el monitoreo de los niveles de susceptibilidad en las especies blanco de la tecnología.

En este sentido, **Dow AgroSciences de México,** en coordinación con una Institución Pública de Investigación, estudiaron la línea base de susceptibilidad en la plaga blanco de DAS-Ø15Ø7-1, Gusano Cogollero (*Spodoptera frugiperda* Smith), para la toxina insecticida Cry1F de *Bacillus thuringiensis*.

Dicho proyecto se realizó a través del Colegio de Postgraduados con la Dirección del Dr. Concepción Rodríguez Maciel.

En este Se determinó la línea base de respuesta de larvas neonatas del gusano cogollero, *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith, a la proteína truncada Cry1F de Bt que expresa el maíz modificado.

Se utilizaron dos poblaciones: una procedente del estado de Tamaulipas (TAMAULIPAS) y una de laboratorio que se usó como referente de comparación (REF-LAB). De la población de campo, se recolectaron larvas en cantidad suficiente para dar origen a 200 parejas de adultos, mismos que se reprodujeron para obtener larvas neonatas de la F1 necesarias para realizar los bioensayos de aplicación de la proteína en capa. Se utilizaron las siguientes concentraciones: 0 (testigo), 10.2, 20.3, 40.7, 81.3, 162.6, 325.3, y 650.6 ng /cm^2. En la población REF-LAB, la mortalidad del 100% de larvas tratadas se alcanzó a las concentraciones de 162.6, 325.3 y 650.6 ng/cm^2; dicho nivel de mortalidad en la población Tamaulipas se alcanzó con 325.3 y 650.6 ng/cm^2. La concentración estimada que provocó 50% de mortalidad (CL_{50}) para las poblaciones REF-LAB y TAMAULIPAS fueron 34.4 y 34.8 ng/cm^2, respectivamente.

La dosis estimada que eliminó al 95% de los individuos tratados (CL_{95}) para REF-LAB y TAMAULIPAS fueron 241.4 y 145.5 ng/cm^2. La variación en respuesta del gusano cogollero a la proteína truncada Cry1F en relación a REF-LAB es escasa, pues se observó una susceptibilidad relativa de 1.0 y 0.6 a nivel de CL_{50} y CL_{95}, respectivamente. Para la población REF-LAB, en las tres concentraciones más altas (162.6, 325.3 y 650.6 ng/cm^2) ninguna larva llegó al tercer instar; mientras que en la población TAMAULIPAS este efecto se alcanzó en las dosis de 325.3 y 650.6 ng/cm^2. En la población REF-LAB, las concentraciones evaluadas que permitieron supervivencia de larvas (10.2, 20.3, 40.7 y 81.3 ng/cm^2) provocaron inhibiciones de peso superiores al 94%; mientras que para estas mismas dosis en la población TAMAULIPAS, la inhibición de peso fue igual o superior al 94.4%.

El Manejo de resistencia a insectos (MRI) es una obligación de cada una de las personas que cultiva y utiliza la tecnología de *Bacillus thuringiensis* (Bt) para la protección del maíz. **Dow AgroSciences** está consciente de esa responsabilidad y estamos conscientes que un uso responsable y adecuado de la tecnología es clave para su preservación como una herramienta útil para la protección de cultivos en los próximos años. Las fallas en la implementación de un adecuado plan de manejo de la resistencia pueden conllevar a la adaptación de las plagas objetivo y a la pérdida de eficacia del producto.

El Programa de Manejo de Resistencia a Insectos promovido por **Dow AgroSciences** incorpora varios elementos para mejorar su efectividad.

Refugio

Un elemento clave del Programa de MRI para **PowerCore™** es el uso del refugio. Cada productor que planee sembrar los híbridos con tecnología **PowerCore™** de **Dow AgroSciences** deberá sembrar un refugio con maíz que no sea resistente a insectos. Dentro del refugio se permite que los

insectos objetivo no estén expuestos a las proteínas Bt insecticidas que posee el maíz **PowerCore™.** Esto asegura que se mantengan poblaciones de insectos-blanco susceptibles a las proteínas Bt insecticidas y que estos puedan aparearse con los insectos resistentes a las proteínas Bt que pudieran surgir de los campos de maíz **PowerCore™,** de manera que la susceptibilidad a las proteínas Bt se pase a su descendencia.

El refugio consiste en un área del predio agrícola que debe ser sembrado con un maíz que no sea Bt.

Los requerimientos de refugio establecidos por **Dow AgroSciences** para **PowerCore™** son del 5%. Esto significa que el Productor podrá sembrar el noventa y cinco por ciento (95%) de su superficie destinada a maíz con el maíz **PowerCore™** y al menos un cinco por ciento (5%) con maíz convencional o que no sea Bt. El área de refugio puede ser tratada con insecticidas para el control de plagas pero no pueden utilizarse insecticidas a base de Bt.

El refugio debe ser plantado con un híbrido que sea agronómicamente similar al híbrido **PowerCore™**. Tanto el refugio como el híbrido **PowerCore™** deben ser sembrados el mismo día y deberán mantenerse registros de donde se sembró el refugio y donde el maíz Bt, estos registros podrán estar disponibles tanto para la autoridad como para el personal de **Dow AgroSciences**. El manejo del refugio debe hacerse de la misma forma que se maneja el híbrido **PowerCore™**. Es importante que no haya más de 800 m de distancia entre el refugio y el maíz Bt.

Monitoreo de la resistencia

Otro elemento importante del Programa de Manejo de la Resistencia es el monitoreo de los niveles de susceptibilidad en las especies blanco en campo. El Programa de Monitoreo de la resistencia en campo está conformado por dos componentes básicos. El primero es la determinación de la línea base de susceptibilidad de la plaga objetivo antes de que esta sea expuesta a la tecnología y el segundo es el seguimiento y la vigilancia de la susceptibilidad de las poblaciones de la plaga objetivo a la proteína una vez que se éstas han sido expuestas a la tecnología. El monitoreo de la susceptibilidad en campo permitirá la detección de cambios, antes que se presenten problemas de control y la evaluación apropiada en caso de sospecha de resistencia, así como la implementación coordinada de medidas mitigadoras para atender registros o sospechas de resistencia.

Para este punto **Dow AgroSciences** unirá esfuerzos con Monsanto y un Centro de Investigación. El primer paso a seguir en el plan de trabajo es la recolección de poblaciones de campo de *Spodoptera frugiperda* y la generación de datos de la línea base de susceptibilidad a la proteína Cry1F.

Después de que se libere la tecnología a nivel comercial se llevarán a cabo monitoreos anuales de la respuesta a la proteína Bt Cry1F en las regiones donde se tengan liberaciones comerciales para verificar que las poblaciones en campo de *Spodoptera frugiperda* sigan siendo susceptibles a la dosis diagnóstico de la proteína Cry1F. Los reportes del monitoreo de la resistencia se presentarán anualmente a la autoridad correspondiente.

Programas de capacitación

El programa de capacitación y comunicación es otro elemento básico para el manejo de la resistencia. Un programa de capacitación efectivo puede ayudar a concientizar a los Productores para una correcta adopción y aplicación del refugio y demás técnicas que apoyen al manejo de la resistencia. Como apoyo del Programa de Manejo de la Resistencia, **Dow AgroSciences** impartirá programas de capacitación a los Productores que adquieran la tecnología **PowerCore™** sobre las prácticas de Manejo que deberán implementar. Además de la capacitación, se generarán materiales de comunicación para informar a los Productores de la importancia de seguir buenas prácticas y hacer un uso responsable de la tecnología.

2. Mantener la eficacia de malezas en cultivos GM tolerantes a herbicidas

En el **Protocolo 2** del **Anexo 1** desglosa la metodología, y procedimientos que se llevarán a cabo para poder corroborar la eficacia biológica del cultivo tolerante al herbicida Glifosato y Glufosinato de Amonio así como el control de las malezas asociadas al cultivo.

3. Mantener el medio ambiente agrícola (Agro-ecosistema)

Para este punto se implementará un **Protocolo 1** para evaluar el balance costo-beneficio del maíz GM con el evento **MON-89Ø34-3 × DAS-Ø15Ø7-1 × MONØØ6Ø3-6**, en comparación el cultivo convencional (**Anexo 1**). El objetivo del protocolo propuesto es demostrar los beneficios potenciales del uso de la tecnología de maíz GM con los eventos apilados **MON-89Ø34-3 × DAS-Ø15Ø7-1 × MONØØ6Ø3-6** comparado con un maíz híbrido convencional bajo las condiciones convencionales de cultivo en el estado de Tamaulipas. Los beneficios potenciales serán expresados como:

- Rendimiento/productividad
- Escalabilidad en el uso del maíz GM en zonas de producción comercial de maíz bajo el manejo agronómico típico de la región.

- Demostrar que las prácticas comerciales convencionales son adecuadas y eficientes para el manejo de maíz GM.
- Generar información representativa de costo/beneficio del uso de híbridos GM para el control de insectos desde el punto de vista económico (rendimiento, costos de producción, etc.) y ambiental (cantidad de insumos, uso de maquinaria, toxicidad de agroquímicos, etc.).

Los estudios se llevarán a cabo bajo la supervisión del personal de **Dow AgroSciences** e investigadores de una institución pública.

La siembra de las parcelas de liberación piloto se realizará una vez que se cuente con el permiso de liberación al ambiente correspondiente así como el permiso de importación por parte de las autoridades competentes.

El estudio se realizará durante el ciclo agrícola Otoño-Invierno 2013-2014 La fecha de siembra propuesta es en el mes de Febrero 2014. El experimento se localizará en tierras de agricultores cooperantes localizados en las regiones referidas en esta solicitud de liberación piloto al medio ambiente que ampara a estos protocolos de Investigación. Estas localidades son representativas de las áreas de producción agrícola en México. El manejo agronómico será de acuerdo a las guías técnicas para el cultivo del maíz desarrolladas por INIFAP para dichas localidades.

Al finalizar los estudios el director de estos o el designado para ello, preparará un reporte final que incluirá la descripción de los resultados de este estudio y un análisis de todos los datos y procedimientos requeridos en el protocolo. El reporte final tendrá un formato de artículo científico.

4. Mantener la fitosanidad del cultivo.

La integración de cultivos GM en las prácticas agrícolas implica tener el conocimiento de las relaciones ecológicas entre los cultivos, sus parientes silvestres, sus predadores y miembros de las cadenas tróficas con los que interactúan a fin de que su utilización no genere un impacto negativo en el ambiente. Por consiguiente, es importante el determinar el efecto de las proteínas Bt presentes en el maíz GM **PowerCore™** a plagas no-blanco. El objetivo de este estudio es identificar las poblaciones de artrópodos e insectos plaga y no plaga presentes a lo largo del ciclo de cultivo del maíz GM y su control convencional. En el **Protocolo 3** del **Anexo 1** se detalla la metodología y procedimientos para evaluación de las plagas primarias y secundarias no objetivo.

Los estudios se llevarán a cabo bajo la supervisión del personal de **Dow AgroSciences** y los investigadores de una institución pública. La siembra de los experimentos se realizará una vez que se

cuente con el permiso de liberación al ambiente correspondiente por parte de las autoridades competentes.

Al finalizar los estudios el director de estos o el designado para ello, preparará un reporte final que incluirá la descripción de los resultados de este estudio y un análisis de todos los datos y procedimientos requeridos en el protocolo. El reporte final tendrá un formato de artículo científico.

5. Plantas voluntarias

Manejo de plantas voluntarias

Después de la cosecha, se implementará el programa de monitoreo para plantas voluntarias en el predio de liberación para asegurar que cualquier planta voluntaria sea eliminada antes de que llegue a floración o a producción de semilla.

A continuación se presentan las consideraciones y generalidades para el monitoreo de voluntarias.

1. Después de concluir un ensayo de investigación con cultivos transgénicos regulados se requiere realizar el monitoreo de plantas voluntarias con el fin de que se lleve a cabo su eliminación.
2. El responsable del monitoreo debe visitar o comunicarse con el cooperador/propietario/administrador del terreno en donde se llevó a cabo el ensayo para recordarle las restricciones de siembra u otras obligaciones derivadas de la realización de los ensayos con cultivos GM.
3. Para establecer el área de monitoreo de voluntarias se deben mover los marcadores de las 4 esquinas del ensayo al menos 6 m hacía afuera, esto se hace con el fin de extender el área original del ensayo para monitorear un área mayor. Es recomendable contar con las coordenadas GPS del área de monitoreo.
4. Una vez realizada la cosecha, se debe inspeccionar el sitio experimental para detectar plantas voluntarias, una vez cada 4 semanas.
5. El período de inspección comenzará el mes siguiente a la cosecha/destrucción y continuará por un período de 6 meses.
6. Las plantas voluntarias encontradas durante el monitoreo deben ser destruidas siguiendo alguno de los métodos recomendados (manual, mecánico o herbicida de amplio espectro), siempre deben documentarse las fechas y las acciones que se tomen.
7. Las dos inspecciones finales deben ser observaciones nulas para finalizar el proceso. Si aún se observan plantas voluntarias, se harán observaciones adicionales con dos

semanas de separación hasta que ya no se observen plantas voluntarias, por lo menos durante dos visitas consecutivas.

8. Cada inspección debe ser documentada utilizando la planilla de informe (ejemplo de Planilla se presenta en la **Tabla 16**), en ella se presentaran los hallazgos y las acciones tomadas. El reporte mensual de los resultados del monitoreo de voluntarias debe entregarse al Departamento de Regulación, dicho reporte debe contener información documental y gráfica de las actividades del monitoreo.

Tabla 16. Ejemplo de plantilla para el registro del monitoreo de plantas voluntarias

Registro de Monitoreo de plantas voluntarias					
Fecha					
Evaluado por:					
No. de Voluntarias					
Medida tomada (método usado para eliminar las voluntarias)	Manual	Manual	Manual	Manual	Manual
Mecánico	Mecánico	Mecánico	Mecánico	Mecánico	
Herbicida	Herbicida	Herbicida	Herbicida	Herbicida	
Otros comentarios:					
Fecha:					
Comentarios:					

VII. NÚMERO DE AUTORIZACIÓN EXPEDIDA POR SALUD, CUANDO EL OGM SE DESTINE A USO O CONSUMO HUMANO, O TENGA FINALIDADES DE SALUD PÚBLICA O SE DESTINE A LA BIORREMEDIACIÓN

Se cuenta con Autorización Sanitaria para Comercialización e Importación para su comercialización de organismos genéticamente Modificado **PowerCore™ No.103300913X0007**. En el **Anexo 8**, se encuentra la Autorización COFEPRIS para el evento acumulado **MON-89Ø34-3 × DAS-Ø15Ø7-1 × MONØØ6Ø3-6.**

VIII. EN CASO DE IMPORTACIÓN DEL OGM, 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, TRADUCIDA EN ESPAÑOL

La línea de maíz con eventos acumulados **MON-89Ø34-3 × DAS-Ø15Ø7-1 × MONØØ6Ø3-6** fue originada en Estados Unidos de América. La legislación de este país en materia de regulación de Organismos Genéticamente Modificados no expide autorizaciones de eventos acumulados (eventos en stack), la desregulación de estos eventos acumulados se basa en las previas autorizaciones de los eventos individuales que los componen.

En el **Anexo 5**, se encuentran las autorizaciones de la USDA – EPA –FDA y en el **Anexo 6 y 7** las autorizaciones en Brasil y Argentina para el evento acumulado **MON-89Ø34-3 × DAS-Ø15Ø7-1 × MONØØ6Ø3-6.**

IX. PROPUESTA DE VIGENCIA DEL PERMISO Y LOS ELEMENTOS EMPLEADOS PARA DETERMINARLA

Solicitamos considerar una vigencia de un año. Se considera que este es el tiempo ideal para que nos permita llevar a cabo la liberación al ambiente en etapa piloto del maíz GM con los eventos apilados **MON-89Ø34-3 × DAS-Ø15Ø7-1 × MONØØ6Ø3-6** para el ciclo agrícola Otoño-Invierno 2013-2014, en el estado de Tamaulipas. La fecha de siembra propuesta es en febrero del 2014.

Básicamente los elementos utilizados para proponer esta vigencia son los tiempos calculados para llevar a cabo los protocolos propuestos en esta solicitud, considerando el tiempo para el establecimiento, la duración del ciclo de vida del maíz y el tiempo necesario para la cosecha y elaboración del reporte de resultados.

Si por cuestiones ajenas al solicitante, se otorga un permiso que no se pueda utilizar en el ciclo solicitado ya sea total o parcialmente, se entienda ser aplicable para el siguiente ciclo agrícola útil.

X. REFERENCIAS CONSULTADAS

- Andrade FH, Cirilo A, Uhart S, Otegui ME. 1996. Ecofisiología del cultivo de maíz. Balcarce: La Barrosa, INTA Balcarce, FCA UNMP, Dekalbpress. 292p.
- Canadian Food Inspection Agency, Plant Biosafety Office. Decision document. 2002. Determination of the safety of Dow AgroSciences Canada Inc. and Pioneer Hi Bred International´s Insect resistance an Glufosinate – Ammonium Tolerant Corn (Zea mays L.) Line 1507. DD2002-41.
- Priestley, D. A. 1986. Seed Aging: Implications for seed storage and persistance in the soil. Comstock Pub. Cornell University Press. Ithaca, USA. 304 p.
- Vertucci, C. W., and E. E. Ross. 1993. Seed storage temperature and relative humidity response. Seed Sci. Res. 3: 215-216.
- Damen, D. A.; Spinollo, M.; Malmantile, A.; Rossi, J. 2005. Barrenador del tallo (Diatraea saccharalis). Comparación entre híbridos convencionales y transgénicos. Para Mejorar la Producción N*29. EEA INTA Oliveros.
- Flores, F. 2010. Manejo de plagas en el cultivo de maíz. Estación experimental Agropecuaria.EEA. INTA. Marcos Juárez. Agroediciones. 7 p.
- Frana, J.; Imwinkelried, J. 2002. Evaluación del daño provocado por la isoca cogollero, Spodoptera frugiperda (Lepidoptera: Noctuidae) en maíz en diferentes épocas de siembra. EEA INTA Rafaela. Proyecto 52-2102. En: Taller de discusión sobre Spodoptera. Nov.2003. Bs.As. Pioneer- Dow AgroSciences.3p.
- Mojena et al. 2000. Evaluaciones de Plagas Insectiles en Agroecosistemas de Intercaliamento de Maíz y Frijol con Yuca. Rev. Bras. de AGROCIÊNCIA, v.6 no.1, 4-11.
- Morales, H., P. Ramírez, H. Liere, S. Rodas, J. C. López. 2010. Revalorando viejas prácticas mayas de manejo de plagas del maíz almacenado para la agricultura del futuro. Agroecología 5: 63-71.
- Swezey, S. L. 1990. Sistema de muestreo secuencial del cogollero Spodoptera frugiperda Smith en maíz de riego en Nicaragua. Rev. Nica. Ent., (1990) 11:45-54.