



PHI MÉXICO S.A. DE C.V.

INFORMACIÓN NO CONFIDENCIAL

Solicitud de Liberación al Ambiente en Programa Piloto de
Maíz Genéticamente Modificado con el Evento

DAS-01507-1

En el Estado de Sinaloa

2011-2012

Para la Protección Contra Algunos Insectos Lepidópteros.

Agosto del 2011

I. Nombre, denominación o razón social del promovente y, en su caso, nombre del representante legal;

Promovente:

PHI México S.A. de C.V.

Representante legal:

L.C.P. Edgardo García Vázquez

Ver documento notarial que acredita la representación legal (Anexo 1)

II. Domicilio para oír y recibir notificaciones, así como el nombre de la persona o personas autorizadas para recibirlas;

M.C. Juan Carlos Martínez Nicolás
Asociado de Regulación Senior
PHI México, S.A. de C.V.
Carr. Guadalajara-Morelia, KM 21 8601-A
Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco.
CP. 45645. Tel. (33) 3679-7979
juan.martinez@pioneer.com

Biol. Ana Lucía Padilla Santacruz
Especialista en permisos
PHI México, S.A. de C.V.
Carr. Guadalajara-Morelia, KM 21-8601-A
Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco.
CP. 45645. Tel. (33) 3679-7979
lucia.padilla@pioneer.com

M.C. Ashanty Valenzuela Báez
Especialista en Permisos
PHI México, S.A. de C.V.
Carr. Guadalajara-Morelia, KM 21-8601-A
Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco.
CP. 45645. Tel. (33) 3679-7979
ashanty.valenzuela@pioneer.com

M.C. Eduardo A. Mendoza Beas
Asistente de Regulación
PHI México, S.A. de C.V.
Carr. Guadalajara-Morelia, KM 21-8601-A
Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco.
CP. 45645. Tel. (33) 3679-7979
eduardo.mendoza@pioneer.com

IV. Modalidad de la liberación solicitada y las razones que dan motivo a la petición;

Con fundamento en los Artículos 50 y 51 de la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados (LBOGM), y Artículos 5, 6, 7 y 17 del Reglamento de la LBOGM se presenta la Solicitud de Liberación al Ambiente en Programa Piloto para maíz genéticamente modificado DAS-01507-1 a liberarse en 5 predios en las localidades de Ahome, Angostura, Culiacán, Elota, Guasave y Navolato en el estado Sinaloa, durante el 2011 a 2012 dentro del Área de Liberación que incluye el área de los 8 Distritos de Riego (DR)¹ [010 (Culiacán-Humaya), 063 (Guasave), 074 (Mocorito), 075 (Río Fuerte), 076 (Valle del Carrizo y Fuerte-Mayo), 108 (Elota-Piactla), 109

¹ Subdirección General Hidroagrícola. Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). 2007. Distritos de Riego.

(Río San Lorenzo) y 111 (Baluarte-Presidio)] del estado de Sinaloa, con una superficie de 1'041,620.9 ha, en los municipios de Ahome, Angostura, Culiacán, El Fuerte, Elota, Guasave, Mazatlán, Mocorito, Navolato, Rosario, Salvador Alvarado, San Ignacio y Sinaloa; a su vez, el Área de Liberación se ubica en gran parte de la ecorregión nivel 4 "Planicie costera sinaloense con selva baja espinosa" y ocupa una pequeña porción de las ecorregiones nivel 4 "Lomeríos con matorral xerófilo y selva baja caducifolia de Sinaloa y Sonora", "Planicies aluviales de los ríos yaqui, mayo y fuerte con matorral y mezquital xerófilo" y "Humedales de Sinaloa".

Como antecedentes a la presente solicitud y en base a los Artículos 46 y 53 de la LBOGM y Artículo 18 del Reglamento de la LBOGM, ha sido entregado al SENASICA:

- El *Reporte Final de la Liberación Experimental al Ambiente de Maíz Genéticamente Modificado con el Evento DAS-01507-1 permiso B00.04.03.02.01.-8725 para las localidades Angostura, Culiacán, Los Mochis y Navolato en el estado de Sinaloa* (Ver acuse en el Anexo 3).
- El cumplimiento a las medidas de bioseguridad y condicionantes correspondientes al permiso B00.04.03.02.01.-8725 mediante el *Alcance a la entrega del Reporte Final de la Liberación Experimental al Ambiente de Maíz Genéticamente Modificado con el Evento DAS-01507-1 permiso B00.04.03.02.01.-8725 para las localidades Angostura, Culiacán, Los Mochis y Navolato en el estado de Sinaloa* (Ver acuse en el Anexo 3).

En la etapa piloto en Sinaloa se pretende evaluar agrónomicamente y en términos de costo-beneficio a la tecnología, con la finalidad de generar información veraz que le de certeza a las autoridades regulatorias mexicanas en la toma de decisiones.

Los objetivos específicos de la presente solicitud son los siguientes:

- Obtener información agronómica que permita adecuar el paquete tecnológico para el uso del evento DAS-01507-1 en híbridos de maíz en una etapa comercial.
- Evaluar la relación costo-beneficio del uso de la tecnología en escala semi-comercial en comparación al manejo convencional en el estado de Sinaloa.
- Generar un plan de bioseguridad adecuado para una escala semi-comercial.
- Demostrar que las liberaciones al ambiente en escala semi-comercial pueden ser llevadas a cabo de forma segura en México.

V. Señalar el órgano de la Secretaría competente, al que se dirige la solicitud;

Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA).

VI. Lugar y fecha, y

Guadalajara, Jalisco; Agosto del 2011.

VII. Firma del interesado o del representante legal, o en su caso, huella digital.

Ver escrito libre.

INFORMACIÓN DE LA SOLICITUD DE PERMISO DE LIBERACIÓN AL AMBIENTE EN PROGRAMA PILOTO (ARTÍCULO 17 DE LA LBOGM):

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

Permiso de Liberación Experimental al Ambiente para el Estado de Sinaloa:

Permiso de Liberación al Ambiente: B00.04.03.02.01.-8725
Solicitud de Liberación Experimental al Ambiente: 010_2009

Ver copia del Permiso de Liberación al Ambiente B00.04.03.02.01.-8725

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

En base al Artículo 18 del RLBOGM

Ver Anexo 3: Copia simple del acuse de entrega del "Reporte final de la Liberación Experimental al Ambiente de Maíz Genéticamente Modificado con el Evento DAS-01507-1, Permiso de liberación al ambiente B00.04.03.02.01.8725 para las localidades de Angostura, Culiacán, Los Mochis y Navolato en el Estado de Sinaloa".

i. Lineamientos del protocolo propuesto para la liberación experimental o en programa piloto

PROTOCOLO I

EQUIVALENCIA AGRONÓMICA FUNCIONAL DE HÍBRIDOS DE MAÍZ GENÉTICAMENTE MODIFICADOS (GM) EN EVALUACIONES DE CAMPO EN EL ESTADO DE SINALOA. DAS-01507-1, MON-00603-6 Y DAS-01507-1X MON-00603-6.

OBJETIVOS

El objetivo del presente estudio fue generar la información que permita estimar si la modificación genética de los eventos DAS-01507-1, MON-00603-6 y DAS-01507-1x MON-00603-6 en híbridos de maíz, han alterado la equivalencia agronómica en comparación con su control no modificado.

MATERIALES

Materiales de prueba GM.

- 1.- DAS-01507-1
- 2.- MON-00603-6
- 3.- DAS-01507-1x MON-00603-6

Controles.

El híbrido a utilizar como control de la evaluación, fue desarrollado mediante mejoramiento genético tradicional; el híbrido 30G54 posee un fondo genético común al maíz transformado con el evento DAS- 01507-1 y el híbrido 31G66 al transformado con el gen MON-00603-6 y con el híbrido transformado con ambos genes.

Referencias.

Los materiales de referencia son híbridos comerciales que no expresan la característica de cada evento específico incluidos en este estudio. En este estudio, se incluirán plantas GM, el control isogénico y un híbrido comercial con diferente fondo genético al maíz GM y a su línea isohíbrida. Las referencias se incluyen para proporcionar información sobre la variabilidad natural que es común a los materiales de maíz híbrido. En este caso el híbrido de referencia fue el 30P49, un híbrido comercial ampliamente conocido por los productores de la región.

VARIABLES DEL ESTUDIO

Datos fenotípicos.

Las características fenotípicas y las instrucciones para su obtención se indican en seguida.

Vigor de plántulas (VP).

Cuando el maíz alcanzó en promedio la etapa de desarrollo V2-V4, se determinó el valor del vigor de las plántulas. Una escala de 0-9 fue utilizada en la que,

1 = muerta,

2-3 abajo del vigor promedio,

4-6 = vigor promedio y

7-9 sobre el vigor promedio.

Estos datos se generaron antes del raleo manual y/o la primera labor de cultivo.

Emergencia (Em).

Cuando el maíz alcanzó la etapa de desarrollo promedio de V2-V4, se determinó la cantidad de plántulas emergidas por parcela. Este número de plantas por parcela se registró antes del raleo manual y/o la primera labor de cultivo.

Días a 50% de aparición de estigmas (JI).

Se determinó la fecha en la que el 50% de las plantas de la parcela presenten estigmas de 2 cm. de largo.

“Stay green” (SG).

El “stay green” se determinó cuando el 50% de las plantas alcanzaron la etapa de desarrollo R6 (madurez fisiológica). Se utilizó una escala 1 – 9 donde:

1 = la planta completa se encuentra seca,

5 = las hojas bajo la mazorca se encuentran secas y las superiores verdes, y

9 = la planta completa se encuentra verde.

Altura de mazorca (AM).

La altura de la mazorca se determinó desde la superficie del suelo a la base del nudo donde se encuentra unida la mazorca. Este parámetro se cuantificó cuando el 50% de las plantas alcanzaron la etapa de desarrollo R2 y se cuantificó la altura de la mazorca en 5 plantas representativas de cada parcela.

Altura de planta (AP).

La altura de las plantas se cuantificó desde la superficie del suelo hasta la lígula de la hoja bandera. Este parámetro se determinó cuando el 50% de las plantas alcanzaron la etapa de desarrollo R2 y se cuantificó la altura de 5 plantas representativas de cada parcela.

Mazorcas caídas (MC).

Dentro de 4 días previos a la cosecha se cuantificó el número de mazorcas caídas por parcela. Las mazorcas caídas fueron aquellas que se encontraban en el suelo completamente desprendidas de la planta.

Acame del tallo (AT).

Dentro de los 4 días previos a la cosecha se cuantificó el número de plantas por parcela quebradas por debajo de la mazorca. Los tallos quebrados por arriba de la mazorca principal no se incluyeron dentro de estos datos.

Acame de raíz (AR).

Dentro de los 4 días previos a la cosecha se cuantificó el número de plantas con acame de raíz por parcela (excluyendo tallos quebrados). Las plantas con acame de raíz fueron aquellas que se encontraban inclinadas en más de 30° respecto de la vertical.

Conteo final de plantas (CF).

Dentro de los 4 días previos a la cosecha se determinó el número de plantas por parcela. Las plantas con acame de tallo o raíz fueron incluidas en estos datos.

Peso de la parcela (PP).

A la cosecha se cuantificó el peso del grano obtenido de cada parcela. El grano proveniente de las plantas identificadas con pudrición del tallo se incluyó en el peso de la parcela.

Humedad del grano (HG).

En el momento de la cosecha se cuantificó el porcentaje de humedad del grano cosechado de cada parcela.

La severidad de varios síntomas bióticos (por ejemplo, insectos, enfermedades) y abióticos (por ejemplo viento, sequía, granizo) fueron registrados en las parcelas en por lo menos cuatro etapas de desarrollo: en plántulas, crecimiento vegetativo, etapa reproductiva intermedia y cosecha. En cada una de estas etapas especificadas se evaluó y registró la severidad de los síntomas del agente de estrés por parcela en por lo menos un insecto, una enfermedad y un agente abiótico que comúnmente se presenta en el sitio de evaluación.

Se indican a continuación las características de estrés y las instrucciones para la recolección de los datos asociados.

Presencia de agentes estresantes en etapa de plántula.

Cuando el 50% de las plantas alcanzaron la etapa de desarrollo V2-V4, se observó la severidad del daño ocasionado por insectos, enfermedades y factores abióticos. Se utilizó para ello la siguiente escala, donde:

9 = ningún daño (no se observan síntomas),

6-8 = daño ligero (se observan síntomas pero no parecen ser deletéreos al crecimiento y desarrollo de las plantas),

3-5 = daño moderado (intermedio), y

1-2 = severo (se observan síntomas deletéreos al crecimiento y desarrollo de las plantas).

Si se observó un factor de estrés como insecto, enfermedad o factor abiótico después de la observación en etapa de plántula (V2-V4) pero antes de la observación en etapas vegetativas (V10-V15), se registró la severidad de los síntomas del agente estresante por parcela empleando la misma escala y documentada la etapa de desarrollo promedio de las plantas.

Los agentes estresantes de la raíz fueron ser identificados considerando únicamente los síntomas visuales en la parte aérea de la planta.

Presencia de agentes estresantes en etapa de desarrollo vegetativo.

Cuando el 50% de las plantas alcanzaron la etapa de desarrollo V10-V15, se observó la severidad del daño ocasionado por insectos, enfermedades y factores abióticos. Se utilizó para ello la siguiente escala, donde:

9 = ningún daño (no se observan síntomas),

6-8 = daño ligero (se observan síntomas pero no parecen ser deletéreos al crecimiento y desarrollo de las plantas),

3-5 = daño moderado (intermedio), y

1-2 = severo (se observan síntomas deletéreos al crecimiento y desarrollo de las plantas).

Si se observa un factor de estrés como insecto, enfermedad o factor abiótico después de la etapa de desarrollo vegetativo (V10-V15) pero antes de la observación en la etapa de de floración (R1-R3), anotar la severidad de los síntomas del agente estresante por parcela empleando la misma escala y documentar la etapa de desarrollo promedio de las plantas.

Presencia de agentes estresantes en etapa de floración.

Cuando el 50% de las plantas alcanzaron la etapa de desarrollo R1-R3, se evaluó la severidad del daño ocasionado por insectos, enfermedades y factores abióticos. Se utilizó para ello la siguiente escala, donde:

9 = ningún daño (no se observan síntomas),

6-8 = daño ligero (se observan síntomas pero no parecen ser deletéreos al crecimiento y desarrollo de las plantas),

3-5 = daño moderado (intermedio), y

1-2 = severo (se observan síntomas deletéreos al crecimiento y desarrollo de las plantas).

Los factores de estrés como insecto, enfermedad o factor abiótico después la observación en etapa de floración (R1-R3), pero antes de la observación en etapa de cosecha (R6), fueron evaluados de acuerdo a la severidad de los síntomas del agente estresante por parcela empleando la misma escala y documentar la etapa de desarrollo promedio de las plantas.

Presencia de agentes estresantes en etapa de cosecha.

Cuando el 50% de las plantas presentaron la etapa de desarrollo R6, pero antes de la cosecha, se evaluó la severidad del daño ocasionado por insectos, enfermedades y factores abióticos. Para ello se empleó la siguiente escala, donde:

9 = ningún daño (no se observan síntomas),

6-8 = daño ligero (se observan síntomas pero no parecen ser deletéreos al crecimiento y desarrollo de las plantas),

3-5 = daño moderado (intermedio), y

1-2 = severo (se observan síntomas deletéreos al crecimiento y desarrollo de las plantas).

Enfermedad “pudrición del tallo”.

Al momento de la cosecha se determinó la incidencia de la pudrición del tallo en 5 plantas representativas de la parcela. El tallo de cada planta se cortó en forma longitudinal y se examinó en busca de tejido de conducción fragmentado o decolorado. Se utilizó para ello la siguiente escala, donde:

9 = ningún daño (no se observan síntomas),

6-8 = daño ligero (se observan síntomas pero no parecen ser deletéreos al crecimiento y desarrollo de las plantas),

3-5 = daño moderado (intermedio), y

1-2 = severo (se observan síntomas deletéreos al crecimiento y desarrollo de las plantas).

La severidad de la pudrición del tallo se tomó con base a planta en lugar de parcela. Aunque esta es una evaluación destructiva, el grano de las plantas analizadas fue incluido en la cuantificación del rendimiento de la parcela.

Pudrición de la mazorca y granos.

Al momento de la cosecha se evaluó la incidencia de pudrición de la mazorca y granos en 5 mazorcas (una por planta) representativas de la parcela. Se le quitaron las hojas a la mazorca, de tal manera que se pudo se cuantificar la cantidad de granos infectados, pero la mazorca permaneció unida al tallo, de tal manera que estos fueron incluidos en la determinación del rendimiento de la parcela. Se utilizó una escala de 1-9 donde:

9 = ningún síntoma (no se observan síntomas),

6-8 = ligero (síntomas observados pero no parecen ser detrimentales para la calidad del grano y el rendimiento),

3-5 = moderado (intermedio), y

1-2 = severo (con síntomas observados y disminuyen la calidad del grano y el rendimiento).

Los valores asignados a la pudrición de la mazorca y los granos se tomaron en base a mazorca en lugar de parcela. El grano de las mazorcas analizadas fue ser incluido en el rendimiento final de la parcela.

Los datos reportados para cada material incluyen, aunque no fueron limitativos a:

Vigor de plántula

Días al 50% de la liberación de polen

Días al 50% de la aparición de los estigmas

Stay Green

Altura de mazorca

Altura de planta

Mazorcas caídas (número por parcela)

Plantas acamadas del tallo (número por parcela)

Número de plantas con pudrición del tallo

Plantas acamadas de la raíz (número por parcela)

Conteo final de plantas establecidas (número por parcela)

Pudrición de tallo y mazorcas

Número de mazorcas por parcela

Peso de Grano por parcela útil en Kg.

Porcentaje de humedad del grano

Rendimiento (ton/ha) corregido a 14% de humedad. El rendimiento en Kg./ha fue calculado empleando la siguiente fórmula:

Rendimiento (ton/ha) = $(100 - \%Hum) / 86 \times \text{Peso de Campo} / L \times W \times N \times 10$

donde,

Rendimiento = Rendimiento de grano Total ajustado a ton/ha al 14% de humedad

(%) Hum = Porcentaje de humedad en la muestra de grano

Peso de Campo = Rendimiento de grano Total (kg por parcela)

L = Longitud de la parcela en metros W = Distancia entre surcos en metros

N = Número de surcos por parcela

PROTOCOLO II

EFFECTIVIDAD BIOLÓGICA Y BENEFICIOS POTENCIALES DEL EVENTO DAS-01507-1 CONTRA EL ATAQUE DE INSECTOS LEPIDÓPTEROS PLAGA BAJO CONDICIONES DE INFESTACIÓN NATURAL EN SINALOA. 2009-2010

OBJETIVOS

- a) Evaluar la Eficacia Biológica del evento DAS-01507-1 frente al ataque de insectos lepidópteros, en los híbridos adaptados a las condiciones de campo en Sinaloa, México.
- b) Evaluar los beneficios potenciales del evento DAS-01507-1 en base a rendimiento/productividad bajo las condiciones normales y particulares en las que se desarrolla el maíz en este experimento.

MATERIALES

Material de prueba GM.

Un híbrido de maíz con el evento DAS-01507-1 adaptado a las condiciones de Sinaloa.

Controles.

El híbrido convencional que se utilizó como control de la evaluación, fue desarrollado mediante mejoramiento genético tradicional, el cual posee un fondo genético común al maíz con el evento DAS-01507-1 (Isohíbrido).

Referencias.

El material de referencia fue un híbrido comercial no GM en con diferente fondo genético al maíz DAS-01507-1 y a su línea isohíbrida.

DISEÑO EXPERIMENTAL

Parcelas divididas con parcelas chicas apareadas y con 4 repeticiones por tratamiento.

Parcelas grandes:

- 1. Control insecticida
- 2. Infestación natural

Parcelas chicas (apareadas)

- a) Híbrido de referencia (No se usó para el análisis estadístico)
- b) Híbrido convencional (isohíbrido)
- c) Híbrido GM

TRATAMIENTOS

- 1 DAS-01507-1 CON INSECTICIDA
- 2 DAS-01507-1 SIN INSECTICIDA
- 3 CONVENCIONAL CON INSECTICIDA

4 CONVENCIONAL SIN INSECTICIDA

VARIABLES DEL ESTUDIO

- Porcentaje de plantas con daño foliar bajo infestación natural.
- Calificación del daño foliar; escala de 0 a 9; 0 = sin daño al follaje, 9 = daño severo (Escala de Davis) (Tabla 1).

Para determinar el porcentaje de plantas con daño de gusano cogollero se realizaron muestreos semanales, estos consistieron en seleccionar al azar 10 plantas por parcela experimental, estas se revisaban cuidadosamente para detectar el daño de gusano cogollero, si estas presentaban daño se registraba el valor puntual correspondiente según la escala de Davis (Tabla 1).

TABLA 1. ESCALA VISUAL PARA LA EVALUACIÓN DE DAÑO POR COGOLLERO EN EL CULTIVO DE MAÍZ DE LA UNIVERSIDAD ESTATAL DE MISSISSIPPI.

VALOR PUNTUAL	DESCRIPCIÓN DEL DAÑO
0	Sin daño
1	Solo lesiones del tamaño de un alfiler en el cogollo
2	Daños del tamaño de un alfiler y pequeños círculos
3	círculos pequeños y muy pocas lesiones elongadas de 1.3 cm en el cogollo y hoja siguiente (sin perforaciones)
4	Varias lesiones elongadas de tamaño mediano (1.3-2.5 cm de longitud) en el cogollo y hoja siguiente (sin perforaciones)
5	Varias lesiones elongadas de tamaño mediano (1.3-2.5 cm de longitud) en el cogollo y hoja siguiente, además de perforaciones pequeñas en la lamina foliar del cogollo y hoja siguiente.
6	Varias lesiones elongadas de tamaño mediano (1.3-2.5 cm de longitud) en el cogollo y hoja siguiente, además de perforaciones elongadas (1.3-2.5 cm) en la lamina foliar del cogollo y hoja siguiente.
7	Muchas lesiones elongadas de todos tamaños en el cogollo y hojas siguientes además de perforaciones elongadas de todos los tamaños en el cogollo y hojas siguientes
8	Muchas lesiones elongadas de todos tamaños en el cogollo, hojas siguientes además de daños severos en el cogollo y hojas siguientes.
9	Cogollos y hojas siguientes totalmente destruidas.

PROTOCOLO III

CARACTERIZACIÓN DE INSECTOS NO BLANCO EN EVALUACIONES DE MAÍZ GENETICAMENTE MODIFICADO EN EL ESTADO DE SINALOA. 2009-2010.

OBJETIVO

Identificar las poblaciones de insectos presentes en el cultivo del maíz GM y su control convencional.

MATERIALES

Material de prueba GM.

Un híbrido de maíz con el evento DAS-01507-1

Controles.

El híbrido convencional que se utilizó como control de la evaluación, fue desarrollado mediante mejoramiento genético tradicional, el cual posee un fondo genético común al maíz con el evento DAS-01507-1 (Isohíbrido).

MÉTODOS

Muestreo de Insectos en el Follaje de maíz

Para determinar las especies presentes en cada uno de los materiales (maíz GM y control) se realizaron muestreos una vez por semana, estos consistieron en cuantificar el total de individuos colectados en 4 puntos de muestreo por tratamiento.

Los muestreos consistieron en colocar entre dos hileras de plantas un "cartón blanco" (papel cascarrón), el cual mide 1.0 m de largo por 0.8 m de ancho, posteriormente se sacudían fuertemente las plantas de maíz que se encontraban entre los brazos del muestreador, inmediatamente después se procedía a cuantificar el total de individuos que se encontraban sobre el "cartón", registrando la información obtenida en cada muestreo.

Muestreo de Insectos en Trampas Amarillas

Para el muestreo de insectos en trampas, se utilizaron trampas cilíndricas de color amarillo, los muestreos y conteos se realizaron cada semana, registrando el total de adultos presentes en cada una de las trampas establecidas. Las trampas se reemplazaban cada semana.

Para determinar la incidencia de insectos no blanco se utilizaron 4 trampas en cada uno de los tratamientos, estas se colocaron cada cuatro surcos y su altura dependía del tamaño de la planta, después de una semana se registraba el total de insectos capturados.

Los muestreos iniciaron desde el 16 de diciembre del 2009 y terminaron el 20 de febrero del 2010, estos se llevaron a cabo en los sitios de Culiacán, Navolato y Angostura y Los Mochis en el estado de Sinaloa, con un total de cuatro sitios.

Para determinar las especies presentes en cada uno de los materiales (maíz GM y control) se realizaron muestreos una vez por semana, estos consistieron en cuantificar el total de individuos colectados en 4 puntos de muestreo por genotipo.

PROTOCOLO IV

ANÁLISIS DEL TAMAÑO, VIABILIDAD Y DISPERSIÓN DEL POLEN DE MAÍCES GM EN ANGOSTURA, SINALOA, MÉXICO DE MAÍCES GENÉTICAMENTE MODIFICADOS EN SINALOA. 2009-2010.

OBJETIVO

Analizar la dispersión, morfología y viabilidad del polen colectado en los maíces biotecnológicos que contienen los eventos: DAS-01507-1, MON-00603-6 y DAS-01507-1x MON-00603-6, comparados a con sus controles (isohíbridos).

MATERIALES

Los materiales evaluados provienen de la implementación en campo del protocolo de Equivalencia Agronómica. Híbridos. El material de prueba fue polen proveniente de los maíces:

1. DAS-01507-1.
2. MON-00603-6.
3. DAS-01507-1x MON-00603-6.
4. 30G54 (Isohíbrido convencional de DAS-01507-1).
5. 31G66 (Isohíbrido convencional de MON-00603-6 y DAS-01507-1x MON-00603-6).
6. 30P49 (híbrido Convencional de Referencia).

VARIABLES DEL ESTUDIO

Estimación de la Viabilidad del Polen. Se determinó la viabilidad del polen para cada una de las cuatro muestras por material (prueba, control y referencias). El protocolo menciona que cuando se exponen a la solución de tinción, los granos de polen viables se tiñen de rojo (debido a la presencia de contenido citoplasmático vivo), mientras que los gránulos de polen muertos aparecen en azul tenue. Observando bajo un microscopio de disección se contabilizan los granos de polen rojos y azules y se registra el polen como viable y no viable, respectivamente. Se evaluaron 100 granos de polen por cada genotipo y seis repeticiones (dos repeticiones adicionales tomadas entre las muestras).

Viabilidad:	Color:	Forma:
Viable	Rojo-púrpura	Redondo u ovalado
No-viable	Azul-verdoso	Redondo pero colapsado dependiendo del grado de deshidratación

PROTOCOLO V

ANÁLISIS DE LA EXPRESIÓN DE PROTEÍNAS CRY1F y CP4 EPSPS EN LOS MAÍCES GM DAS-01507-1 y DAS-01507-1 x MON-00603-6, EN LAS LOCALIDADES ANGOSTURA, CULIACÁN Y NAVOLATO, EN EL ESTADO DE SINALOA, MÉXICO. 2009-2010.

OBJETIVO

Analizar la expresión de las proteínas CRY1F y CP4 EPSPS en maíz GM DAS-01507-1 y DAS-01507-1 x MON-00603-6 mediante el empleo de tiras reactivas de flujo lateral, en los lotes Navolato, Culiacán y Angostura, Sinaloa.

MATERIALES

Las muestras de tejido foliar fueron obtenidas de los híbridos establecidos en campo correspondientes al experimento de "Equivalencia Agronómica funcional de Maíces DAS-01507-1, y DAS-01507-1 x MON-00603-6". Los materiales de prueba fueron las muestras de tejido foliar de maíces GM DAS-01507-1 y DAS-01507-1 x MON-00603-6, isohíbrido (30G54) y el híbrido convencional de referencia (30P49).

VARIABLES DEL ESTUDIO

Las tiras reactivas desarrolladas específicamente para la proteína Cry1F y CP4 EPSPS fueron considerado positivas con la presencia colorida de las dos bandas correspondientes, una al control positivo, que indica el buen estado de éstas y una segunda que indica la presencia de la proteína en el material vegetal. Una sola banda es tomada como la ausencia de esta proteína en la planta muestreada.

Ver "Reporte final de la Liberación Experimental al Ambiente de Maíz Genéticamente Modificado con el Evento DAS-01507-1, Permiso de liberación al ambiente B00.04.03.02.01.8725 para las localidades de Angostura, Culiacán, Los Mochis y Navolato en el Estado de Sinaloa" (09 de Julio del 2010)

ii. Cambios fenotípicos del OGM respecto a su adaptación al área de liberación

El estudio sobre los posibles cambios fenotípicos del OGM en el área de liberación se llevó a cabo a través del protocolo de equivalencia agronómica. No se observaron cambios estadísticamente significativos en cuanto al fenotipo al realizar la comparación entre el maíz genéticamente modificado y su contraparte convencional. Los resultados derivados de este protocolo se encuentran en el capítulo I, página 3 del reporte entregado.

Ver *Alcance a la entrega del Reporte Final de las siembras experimentales de Maíz Genéticamente Modificado correspondiente al permiso B00.04.03.02.01.8725 para el evento DAS-01507-1 para el estado de Sinaloa.* Entregado el 17 de Agosto del 2010.

iii. Efectos de los genes de selección y posibles efectos sobre la biodiversidad

El gen de selección empleado durante la transformación (gen *pat*) que codifica para producir la proteína PAT (phosphinothricin acetyltransferase) confiere tolerancia al herbicida glufosinato de amonio. El herbicida glufosinato inhibe la glutamina sintasa que sintetiza glutamina de ácido glutámico y amoníaco, lo cual provoca que el amoníaco se acumule en la planta provocando su muerte. La proteína PAT acetila el herbicida glufosinato y lo transforma en acetilglufosinato el cual no es tóxico y con lo cual se confiere la tolerancia de la planta al herbicida (figura 1). El herbicida glufosinato es un herbicida no selectivo y controla una gran variedad de malezas.

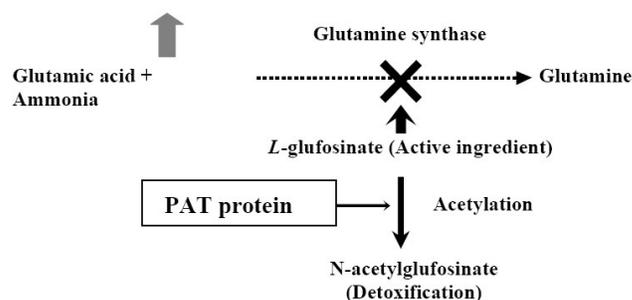


Figura 1. Mecanismo de acción de la proteína PAT

Una planta muere si acumula amoníaco debido a la inhibición de glutamina sintasa causada por el efecto de L- glufosinato, el ingrediente activo del herbicida glufosinato. L- glufosinato es acetilado y se convierte en N-acetilglufosinato debido a la presencia de la proteína PAT y la inhibición de la glutamina sintasa no ocurre y así el amoníaco no se acumula en la planta y esta se desarrolla de manera normal.

La modificación genética para el caso del gen marcador es específica para la producción de la proteína PAT (fosfotricina acetiltransferasa). No existe producción de ninguna otra proteína heteróloga u otro tipo de molécula que pudiera afectar la biodiversidad, además de que esta reportado que esta proteína es altamente específica para el sustrato L-glufosinato por lo que no presenta ningún efecto adverso en el crecimiento de las plantas y no presenta toxicidad para los animales. El gen de selección usado en la modificación genética solo se expresa manifestando la tolerancia a los herbicidas que contienen al glufosinato de amonio como ingrediente activo. No existe reporte sobre la producción de ninguna sustancia, a excepción de la producción de la proteína PAT, que pudiera afectar la vida silvestre.

Los resultados del protocolo de investigación que tiene como objetivo evaluar los posibles efectos sobre organismos no blanco como parte de la biodiversidad se encuentran en el capítulo III del reporte de resultados en la página 66. En dichos resultados no se observa ningún efecto sobre las poblaciones de insectos benéficos.

Ver Alcance a la entrega del Reporte Final de las siembras experimentales de Maíz Genéticamente Modificado correspondiente al permiso B00.04.03.02.01.8725 para el evento DAS-01507-16 para el estado de Sinaloa. Entregado el 17 de Agosto del 2010.

iv. Caracterización bioquímica y metabólica de todos los productos del gen novedoso con relación a su actividad, productos de degradación o subproductos, productos secundarios y rutas metabólicas

Una ruta metabólica es una serie de reacciones químicas que ocurren dentro de una célula catalizadas por enzimas, para formar un producto metabólico cuyo objetivo puede ser su utilización o almacenamiento en la célula, o la iniciación de otra ruta metabólica. Muchas de estas rutas son elaboradas e involucran una modificación paso a paso de la sustancia inicial para darle la forma del producto con la estructura química deseada. La ruta metabólica consta de un principio, una parte intermedia, y una final, donde se necesitan sustratos y enzimas para obtener un producto metabólico.

Respecto al evento DAS-01507-1:

No es conocido que el maíz con la línea 1507 segregue ninguna sustancia nociva que pudiera tener efectos adversos en el entorno de las plantas y/o microorganismos en el suelo. Asimismo, no se sabe que el maíz produzca ningún aleloquímico después de su muerte que pudiera afectar a otras plantas. Se ha reportado que la proteína Cry1F no funciona como enzima en la planta del mismo modo que las demás proteínas Cry en *Bacillus thuringiensis* y también que la proteína PAT posee muy alta especificidad al sustrato L-glufosinato (JBCH, 2002).

Mejoradores de Estados Unidos visitan los campos cada año en donde se realizan siembras con maíz modificado y convencional para la observación de posibles efectos de maíces modificados sembrados en ciclos anteriores sobre los maíces convencionales. Como resultado de la observación, en todos los campos utilizados para el cultivo del maíz con la línea 1507, no se observó un efecto aparente en el crecimiento de los cultivos que podrían ser atribuidas al cultivo del maíz recombinante (JBCH, 2002).

CRY1F

El gen cry1F expresado en el maíz con la línea 1507 está enlazado a un promotor constitutivo, (es decir, resulta en la expresión en todos los tejidos del maíz). La expresión de la proteína Cry1F se determinó a partir de plantas cultivadas en Canadá, USA, Europa y Chile. Los niveles de proteína Cry1F detectada en maíz cultivado en esos lugares muestra un rango de valores. Cabe mencionar que se podrían esperar diferencias en la expresión de la proteína debido a las diferencias en el clima y en el medio ambiente en esos lugares. Los valores oscilaron entre 61 a 348 pg de proteína Cry1F por μgr en proteínas vegetales de hoja, de 126 a 190.5 pg de proteína Cry1F por μg de proteínas en el polen de la plantas, de 37 a 133 pg de proteína Cry1F por μg de proteína vegetal en la seda, de 550 a 1450 pg de proteína Cry1F por μg de proteína vegetal en el tallo y de 89.8 a 116 pg de proteína Cry1F por μg de proteína vegetal en grano (CFIA, Oct 2002).

Además, la proteína no es probable que se presente en el agua potable porque la proteína se despliega en cantidades minúsculas en la planta. También se determinó la dependencia del tiempo en la pérdida de la biodisponibilidad de la proteína tras la incorporación Cry1F en un suelo típico de cultivo de maíz esta se determinó en condiciones de laboratorio (Halliday, 1998). Los resultados de este estudio indican que cuando la proteína Cry1F se aplica el suelo muestra una disminución 20 veces mayor en la actividad biológica en los 28 días de periodo de prueba. La estimación de la DT50 fue 3.13 días. Estos resultados son consistentes con los de la proteína Cry1A (b) utilizando básicamente el mismo diseño experimental, en donde se reportó una DT50 de 1.6 días. (USDA/APHIS, 2001)

La proteína Cry1F ha mostrado que se degrada fácilmente en el medio ambiente. Se encontró en los experimentos de degradación de la proteína Cry1F en los suelos, que tiene un valor de DT50 (tiempo para degradar el 50% de las propiedades insecticidas original), de 3.13 días. Las proteínas alergénicas son normalmente resistentes a la digestión y el tratamiento térmico, a diferencia de la proteína Cry1F que ha demostrado que se degrada fácilmente en el fluido gástrico simulado (digerido dentro de 1 minuto a una proporción molar de 1:100 Cry1F: pepsina), y se desactiva después de la exposición a 75°C durante 30 minutos (CFIA, Oct 2002).

Adicionalmente en estudios realizados sobre la composición nutricional del maíz con el evento DAS-01507-1 y su contraparte convencional realizado en el laboratorio de Pioneer Hi-Bred Int en Estados Unidos, no hubo diferencias estadísticamente significativas en 42 de 50 analitos evaluados entre la línea DAS-01507-1 y su contraparte convencional. En donde se observaron diferencias, los valores de estos componentes nutricionales se encontraron dentro de los valores normales reportados en la literatura para maíz

convencional o ligeramente fuera de rango. Los estudios demuestran que al no haber alteración en la composición nutrimental no hay alteraciones en las rutas metabólicas de las plantas con el evento DAS-01507-1 (JBCH, 2002).

Referencias

CFIA. Oct 2002. Decision document DD2002-4198-22: Determination of the Safety of Dow AgroSciences Canada Inc. and Pioneer Hi-Bred International's Insect Resistant and Glufosinate - Ammonium Tolerant Corn (Zea mays L.) Line 1507. Canadian Food Inspection Agency, Plant Health and Production Division, Plant Biotechnology Office, Ottawa

JBCH. 2002. Outline of the biological diversity risk assessment report: Type 1 use approval for DAS-01507-1. Japanese Biosafety Clearing House, Ministry of Environment.

EFSA. 2005. Opinion of the Scientific Panel on Genetically Modified Organisms on an application (reference EFSA-GMO-NL-2004-02) for the placing on the market of insect-tolerant genetically modified maize 1507, for food use, under Regulation (EC) No 1829/2003 from Pioneer Hi-Bred International/Mycogen Seeds The EFSA Journal (2005) 182, 1-22

USDA/APHIS. 2001. Decision on Mycogen Seeds c/o Dow AgroSciences LLC and Pioneer Hi-Bred International, Inc. Petition 00-136-01P Seeking a Determination of Nonregulated Status for Bt Cry1F Insect Resistant, Glufosinate Tolerant Corn Line 1507. Animal and Plant Health Inspection Service and U.S. Department of Agriculture

Ver Alcance a la entrega del Reporte Final de las siembras experimentales de Maíz Genéticamente Modificado correspondiente al permiso B00.04.03.02.01.8725 para el evento DAS-01507-1 para el estado de Sinaloa. Entregado el 17 de Agosto del 2010.

- v. **Cambios en la capacidad competitiva del OGM en comparación con la contraparte no modificada, incluyendo supervivencia y reproducción, producción de estructuras reproductoras, periodos de latencia y duración del ciclo de vida**

No se observaron cambios estadísticamente significativos cuando se realizó la comparación agronómica entre el maíz genéticamente modificado y su contraparte convencional. Los resultados del protocolo de equivalencia agronómica entre el maíz genéticamente modificado y su contraparte convencional se encuentran en el capítulo I, página 3 del reporte de resultados entregado.

Ver Alcance a la entrega del Reporte Final de las siembras experimentales de Maíz Genéticamente Modificado correspondiente al permiso B00.04.03.02.01.8725 para el evento DAS-01507-1 para el estado de Sinaloa. Entregado el 17 de Agosto del 2010.

- vi. **Posibles efectos al ambiente y a la diversidad biológica por la liberación del OGM, incluyendo, el protocolo utilizado para establecer estos posibles efectos**

El estudio de los posibles efectos al ambiente y la diversidad biológica en cuanto a enfoque de organismos no blanco se encuentran en el capítulo III, página 49 del reporte de resultados entregado. No se observó ningún efecto negativo en los insectos que no son blanco de esta tecnología.

Así mismo se realizaron estudios de viabilidad y dispersión de polen para observar posibles afectaciones por el acarreo de polen que pudiera ser viable y llegar a otros campos de maíz. Los resultados de este estudio se encuentran en el capítulo IV en la página 60 del reporte entregado.

Ver Alcance a la entrega del Reporte Final de las siembras experimentales de Maíz Genéticamente Modificado correspondiente al permiso B00.04.03.02.01.8725 para el evento DAS-01507-1 para el estado de Sinaloa. Entregado el 17 de Agosto del 2010.

vii. Efectos de las prácticas de uso y aprovechamiento

En términos de la relación Beneficio-costo, durante esta etapa experimental de liberación, estos no pueden ser estimados debido a que se necesita tener un comparativo más cercano a la realidad en cuanto a producción agrícola se refiere, por lo cual se sugiere que esta evaluación se realice en una etapa piloto. Sin embargo, se pueden observar beneficios potenciales con el uso de la tecnología los cuales se mencionan en las conclusiones y beneficios potenciales del capítulo II correspondiente a la efectividad biológica y beneficios potenciales del evento DAS-01507-1 que se encuentran en la página 26 de reporte entregado.

Ver Alcance a la entrega del Reporte Final de las siembras experimentales de Maíz Genéticamente Modificado correspondiente al permiso B00.04.03.02.01.8725 para el evento DAS-01507-1 para el estado de Sinaloa. Entregado el 17 de Agosto del 2010.

viii. En su caso, referencia bibliográfica sobre los datos presentados.

CFIA. Oct 2002. Decision document DD2002-4198-22: Determination of the Safety of Dow AgroSciences Canada Inc. and Pioneer Hi-Bred International's Insect Resistant and Glufosinate - Ammonium Tolerant Corn (Zea mays L.) Line 1507. Canadian Food Inspection Agency, Plant Health and Production Division, Plant Biotechnology Office, Ottawa

EFSA. 2005. Opinion of the Scientific Panel on Genetically Modified Organisms on an application (reference EFSA-GMO-NL-2004-02) for the placing on the market of insect-tolerant genetically modified maize 1507, for food use, under Regulation (EC) No 1829/2003 from Pioneer Hi-Bred International/Mycogen Seeds The EFSA Journal (2005) 182, 1-22

JBCH. 2002. Outline of the biological diversity risk assessment report: Type 1 use approval for DAS-Ø15Ø7-1. Japanese Biosafety Clearing House, Ministry of Environment.

USDA/APHIS. 2001. Decision on Mycogen Seeds c/o Dow AgroSciences LLC and Pioneer Hi-Bred International, Inc. Petition 00-136-01P Seeking a Determination of Nonregulated Status for Bt Cry1F Insect Resistant, Glufosinate Tolerant Corn Line 1507. Animal and Plant Health Inspection Service and U.S. Department of Agriculture

IV. CONDICIONES DE MANEJO QUE SE DARÁN AL OGM;

Movilización

(Información confidencial)

La movilización de la semilla DAS-01507-1 se realizará por alguna de las siguientes vías:

- a) Terrestre
- b) Aérea

Empaque de la semilla

La semilla será empacada en bolsas de papel multi-capas, cerradas y cocidas, colocada en tarimas, y envuelta en por lo menos 6 capas de plástico para embalar.

Los empaques (bolsas) serán abiertos únicamente en los predios permitidos para la liberación en Programa Piloto.

Medidas de bioseguridad en el sitio de almacenamiento

- La semilla será almacenada en un lugar seguro donde se señalará que dentro del sitio se guarda material genéticamente modificado.
- La semilla genéticamente modificada (GM) permanecerá separada de semilla convencional no GM con la finalidad de evitar la mezcla involuntaria.
- La semilla GM se mantendrá etiquetada (Figura 24) en todo momento, así como el lugar de almacenamiento temporal (Figura 25).
- Se restringirá el ingreso al sitio de almacenamiento, solo tendrá acceso el personal autorizado.
- El sitio de almacenamiento será custodiado por personal de PHI México S.A. de C.V.

Medidas de bioseguridad durante el transporte

- La semilla GM será transportada en vehículo cerrado de alguna línea transportista o de la propia empresa.
- Se seguirá la ruta de movilización de la semilla (ver ruta de movilización en el numeral IV) desde la planta de Pioneer Hi-Bred International en Weslaco, Texas hasta los sitios de liberación en Sinaloa.
- Se monitoreará la unidad de transporte durante todo el trayecto hasta los sitios de liberación en Sinaloa (ver ruta de movilización en el numeral IV).
- Los contenedores con la semilla GM permanecerán cerrados hasta los sitios de liberación.
- El operador proporcionará información de las localidades o municipios que transite durante la ruta de movilización, misma que será proporcionada a las autoridades junto con los datos de la línea transportista, del operador y la descripción de la unidad, en caso de ser movilizada por una línea transportista. Cualquier cambio a la ruta de movilización será notificado a las autoridades competentes.

Refugio

Para preservar los beneficios de la tecnología Bt (DAS-01507-1), es esencial el manejo de la resistencia en insectos mediante un refugio. Los expertos consideran que un manejo efectivo de la resistencia en insectos incluye el sembrar un refugio no Bt (un bloque de maíz no Bt) junto al maíz Bt. Las características y manejo de un refugio son:

- Debe ser sembrado con maíz convencional o GM que tenga insertado un gen con diferente modo de acción.

- El maíz del refugio debe tener madurez similar al maíz Bt y ser establecidos al mismo tiempo.
- El refugio debe ser tratado agrónomicamente igual que el maíz Bt.
- La superficie de refugio debe ser sembrada sin mezclar la semilla del refugio con la Bt.
- No deben realizarse aplicaciones de insecticidas en la superficie de refugio para controlar a gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) y/o al gusano elotero (*Helicoverpa* spp.).
- Si la infestación por plagas blanco llega al 10 - 15% de infestación, se realiza aplicación de insecticida.
- Los insecticidas a base de Bt no deben ser utilizados.

Como parte de la evaluación se incluye un 10% de refugio de maíz isohíbrido. El porcentaje de refugio se propone en base a lo que actualmente se usa en países de Latinoamérica como Brasil, Argentina, Colombia y Honduras, que tienen condiciones agroclimáticas similares a México.

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

V. a Superficie total del predio o predios donde se realizará la liberación;

Área de Liberación al ambiente en programa piloto

El área (Figura 8) para la liberación al ambiente de maíz DAS-01507-1 en programa piloto integra el área de los 8 Distritos de Riego (DR)² del estado de Sinaloa, con una superficie de 1'041,620.9 ha, en los municipios de Ahome, Angostura, Culiacán, El Fuerte, Elota, Guasave, Mazatlán, Mocorito, Navolato, Rosario, Salvador Alvarado, San Ignacio y Sinaloa. Ver descripción del área en el numeral V.c.



Figura 1. Área (azul) de liberación al ambiente en programa piloto en Sinaloa.
 Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Proyecto de Información Básica Serie II. iris 4.2

² Subdirección General Hidroagrícola. Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). 2007. Distritos de Riego.

V. b Ubicación en coordenadas UTM, del polígono o polígonos donde se realizará la liberación, yUbicación del Área de Liberación

El Área de Liberación cubre la superficie de los 8 Distritos de Riego del Estado de Sinaloa (DR 010-Culiacán-Humaya, 063-Guasave, 074-Mocorito, 075-Río Fuerte, 076-Valle del Carrizo y Fuerte-Mayo, 108-Elota-Piactla, 109 Río San Lorenzo y 111-Baluartes-Presidio) y que pueden ser consultados en la Figura 13 o el archivo vectorial SHAPE "Distritos de Riego" de la Subdirección General Hidroagrícola-CONAGUA (Comisión Nacional del Agua) (2007).

V. c Descripción de los polígonos donde se realizará la liberación y de las zonas vecinas a éstos en un radio según las características de diseminación del OGM de que se trate:DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE LIBERACIÓN

- Está conformado por el total de la superficie de los Distritos de Riego (DR) 010 (Culiacán-Humaya), 063 (Guasave), 074 (Mocorito), 075 (Río Fuerte), 076 (Valle del Carrizo y Fuerte-Mayo), 108 (Elota-Piactla), 109 (Río San Lorenzo) y 111 (Baluartes-Presidio).
- Cubre gran parte de la superficie de la ecorregión nivel 4 "Planicie Costera Sinaloense con Selva baja Espinoza" y una pequeña porción de las ecorregiones "Planicies Aluviales de los Ríos Yaqui, Mayo y Fuerte con Matorral y Mezquital Xerófilo", "Lomeríos con Matorral Xerófilo y Selva Baja Caducifolia de Sinaloa y Sonora" y "Humedales de Sinaloa" en el Estado de Sinaloa.
- En cumplimiento con lo establecido en el Artículo 89 de la LBOGM, no se encuentra ninguna ANP (Área Natural Protegida) dentro del área propuesta para la liberación.
- El 100% del área de liberación es de uso agrícola de riego según datos de la Subdirección General Hidroagrícola de la CONAGUA (2007) y del INEGI (1999)³ (ver Figura 8).
- Incluye la superficie del municipio Guasave, que ocupa el primer lugar en producción nacional de maíz para grano con una producción de 4,920,684 ton según datos del Monitor Agroeconómico (SFA-SAGARPA, 2011)⁴.

Ver mapa descriptivo del área de liberación en la Figura 9.

Agricultura de riego

Se llama así a las áreas donde se consideran los diferentes sistemas de riego (método con el que se proporciona agua suplementaria a los cultivos, durante el ciclo agrícola, en el sitio de información).

Básicamente es la manera de cómo se realiza la aplicación del agua, por ejemplo la aspersión, goteo, o cualquier otra técnica. En el caso del agua rodada, son los surcos que van de un canal principal y mediante la mano de obra se distribuye directamente a la planta; existe otro método que parte de un canal principal y con sifones se aplica el agua a los surcos. También con el uso de mano de obra, generalmente se le llama riego por gravedad cuando va directamente a un canal principal desde aguas arriba de una presa o un cuerpo de agua natural.

La agricultura de riego considera la forma de transporte de agua como bombeo o gravedad; en general implica el suministro del agua para los cultivos. Es independiente de la duración del cultivo, sea por meses, años o décadas. Se destaca que la tubería de transporte generalmente es sobre la superficie de tierra, sin embargo también puede estar sepultada hasta las parcelas agrícolas como en algunas áreas de la planicie costera del estado de Sinaloa⁵.

³ Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Proyecto Uso de Suelo y Vegetación Serie II. Información Referenciada Geoespacialmente Integrada en un Sistema (iris). iris 4.2.

⁴ Subsecretaría de Fomento a los Agronegocios (SFA), 2011. SAGARPA. Monitor Agroeconómico. Sinaloa.

<http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Documents/pablo/Documentos/monitor%20estados/Sinaloa.pdf>. Julio del 2011.

⁵ Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Agricultura de Riego. Proyecto Uso de Suelo y Vegetación Serie II. iris 4.2. IRIS 4.0\Proyecto Uso de Suelo y Vegetación Serie II\Documentos HTML\Agricultura de Riego.htm.

Producción de maíz en Sinaloa

Según datos del Monitor Agroeconómico (Secretaría de Fomento a los Agronegocios (SFA)-SAGARPA, 2011), Sinaloa ocupa el primer lugar nacional de producción de maíz para grano en O-I (Otoño-Invierno) con 4,988,393 ton en 2009/2010, siendo Guasave el principal productor en el Estado.

Áreas Naturales Protegidas

En cumplimiento con lo establecido en el Artículo 89 de la LBOGM, no se encuentra ninguna ANP (Área Natural Protegida) dentro del área propuesta para la liberación (ver Figura 9).

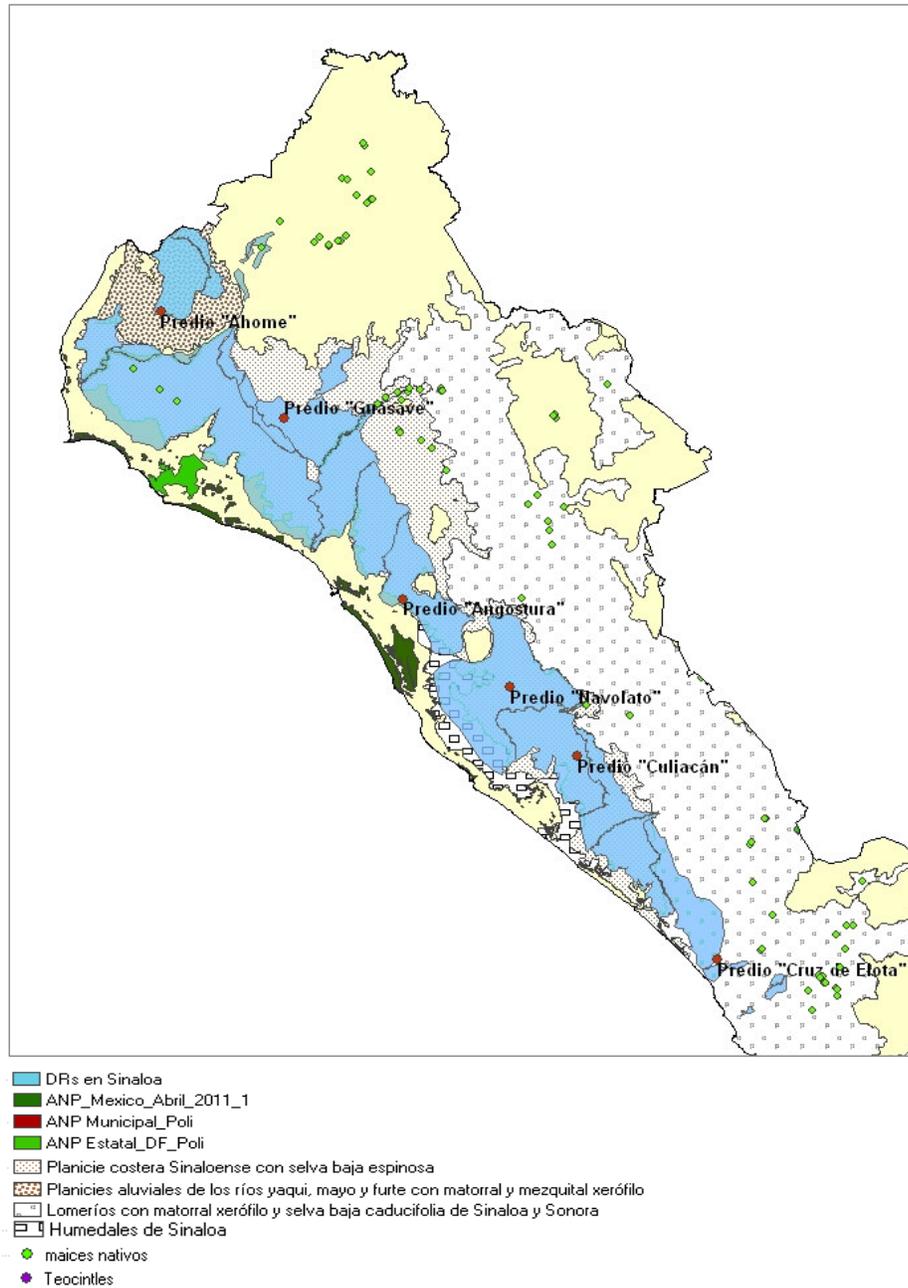


Figura 2. Mapa descriptivo del área de liberación en programa piloto en Sinaloa donde se muestran los predios propuestos para la liberación en programa piloto, Distritos de Riego, Áreas Naturales Protegidas, ecorregiones nivel 4, maíces criollos y teocintles. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Proyecto de Información Básica y Proyecto de Uso de Suelo y Vegetación Serie II. iris 4.2

Cuerpos de agua

Los cuerpos y corrientes de agua (intermitentes y perennes) presentes en el área de liberación se muestran en la Figura 10.

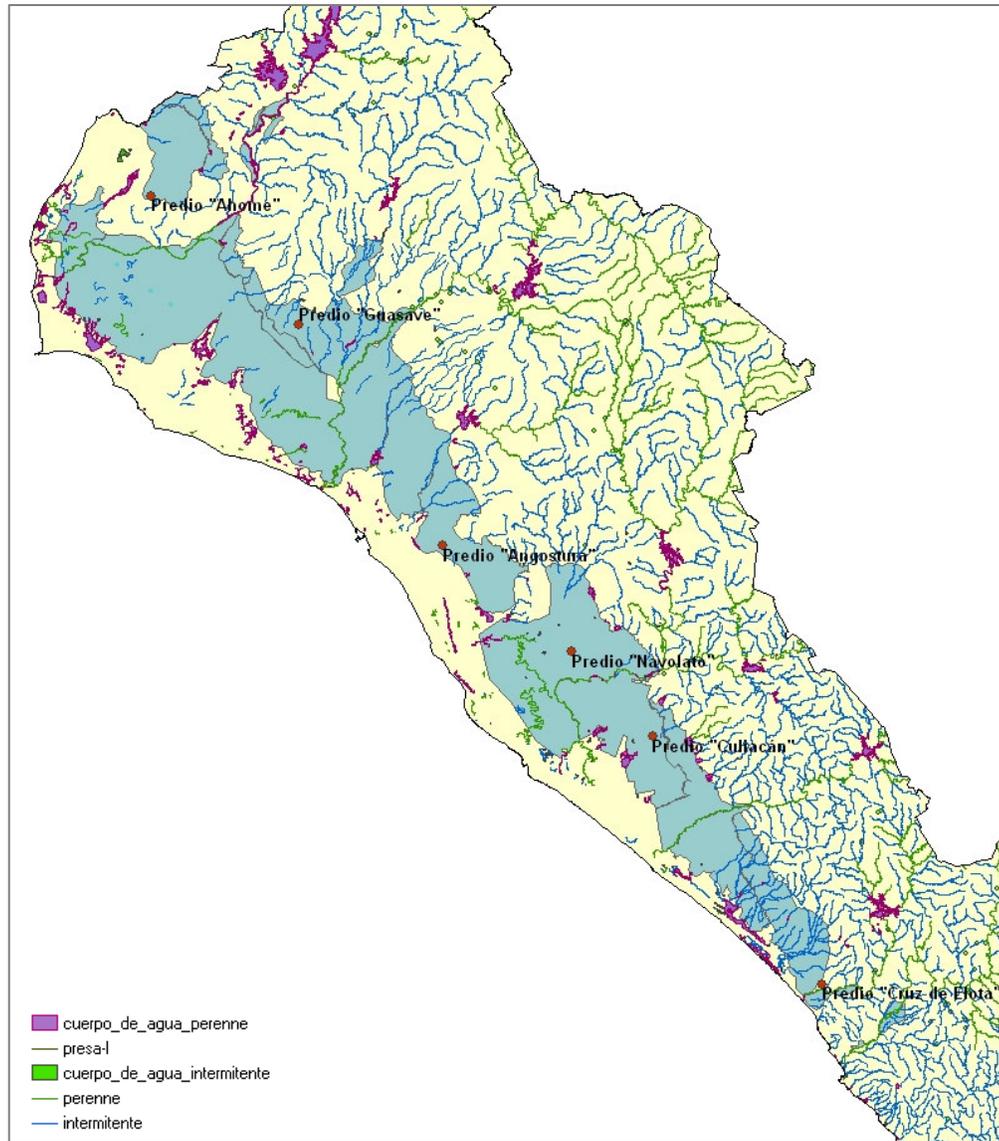


Figura 3. Cuerpos de agua en el área de liberación al ambiente en programa piloto en Sinaloa. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Proyecto Topografía 1 250 000 Serie III. iris 4.2

Tipos de suelo

El área de liberación posee mayormente suelos de tipo aluvial y vertisol, así como suelos de tipo xerosol y fluvisol (Figura 12).

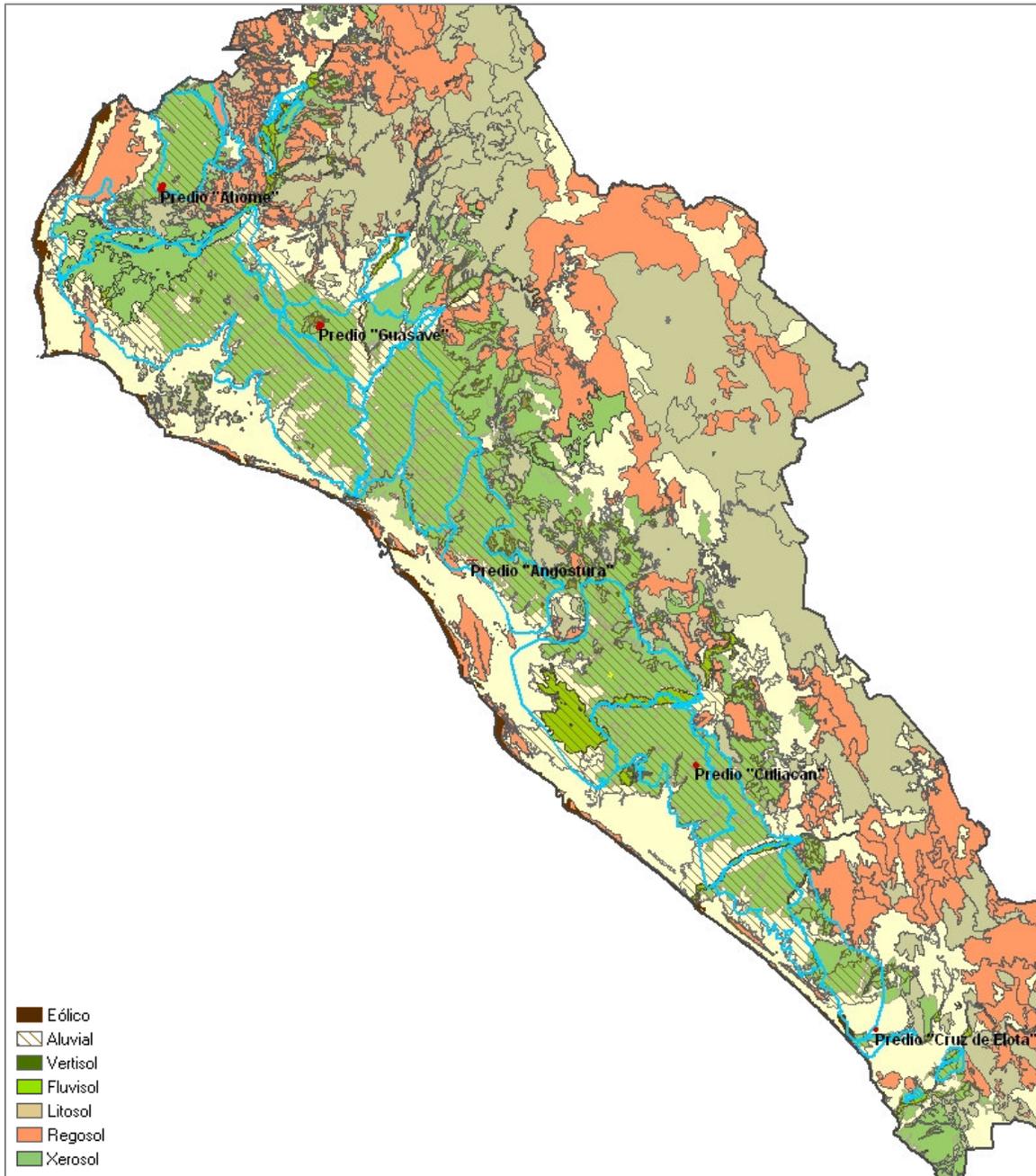


Figura 4. Tipos de suelo en el área de liberación al ambiente en programa piloto en Sinaloa. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Hidrografía. Proyecto Edafología Serie I. iris 4.2

Antecedentes de la solicitud de liberación al ambiente en programa piloto

A continuación se presenta información relevante respecto a la liberación realizada en Sinaloa durante el ciclo O-I 2009:

- *Permiso de Liberación al Ambiente:* B00.04.03.02.01.-8725 (Solicitud 010_2009)
- *Predios liberados:* Angostura, Culiacán, Los Mochis y Navolato en el estado de Sinaloa
- *Distrito de Desarrollo Rural (DDR):* LOS MOCHIS, GUAMICHIL Y CULIACÁN
- *Ecorregiones nivel 4 donde fue liberado el maíz DAS-01507-1 en Sinaloa:* “Planicie costera sinaloense con selva baja espinosa” y “Humedales de Sinaloa”
- *Distritos de Riego (DR):* 010 Culiacán-Humaya y 075 Río Fuerte
- La Figura 14 muestra la ubicación de los sitios donde fue liberado el maíz GM DAS-01507-1 en Sinaloa durante el ciclo O-I 2009-2010, respecto a DDR, DR y ecorregiones nivel 4



Figura 5. Mapa mostrando la ubicación de los predios de liberación en Sinaloa durante el ciclo O-I 2009-2010.

Las conclusiones de los estudios llevados a cabo en los Distritos de Riego **Culiacán-Humaya** (ecorregiones nivel 4 “*Humedales de Sinaloa*” y “*Planicie costera sinaloense con selva baja espinosa*”) y **Río Fuerte** (ecorregión nivel 4 “*Planicie costera sinaloense con selva baja espinosa*”) (Reporte Final del Permiso B00.04.03.02.01.-8726 (entregado el 09 de Julio del 2010), son las siguientes:

Conclusión de la Equivalencia Agronómica:

- i) En base a 16 parámetros agronómicos, la tecnología DAS-01507-1 con resistencia a insectos lepidópteros se comportó agronómicamente de manera similar a su control o testigo.

Conclusiones de la Eficacia Biológica:

- i) Los menores porcentajes de plantas de maíz sin daño de gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* las obtuvo el evento DAS-01507-1 con y sin insecticida.
- ii) El maíz con el evento DAS-01507-1, con aplicación de insecticidas, presentó los menores daños ocasionados por gusano cogollero en mazorcas.
- iii) El maíz convencional presentó un incremento superior al 96% de daño en mazorcas en relación a los maíces con el evento DAS-01507-1.
- iv) El maíz con el evento DAS-01507-1, con y sin aplicación de insecticidas, obtuvo la mayor producción con 12.99 t/ha.
- v) Existe una diferencia a favor de 330 kg/ha para el genotipo DAS-01507-1.
- vi) El maíz Convencional, con o sin aplicación presentó los mayores daños ocasionados por el gusano barrenador y gusano cogollero.
- vii) No fue posible realizar la relación costo beneficio debido a que esta tecnología se encuentra en la fase experimental.

Conclusiones de la Caracterización de Insectos No Blanco:

- i) La incidencia de insectos blanco y no blanco en el presente estudio fue baja tanto en trampas como en plantas.
- ii) El maíz con el evento DAS-01507-1, presentó la mayor población de catarinitas (Coccinellidae), abejas (Aphidae), y avispidas (varias especies) en trampas amarillas.
- iii) El maíz con el evento DAS-01507-1 x MON-00603-6, presentó la mayor incidencia de crisopas (Crhysopidae) en trampas amarillas.
- iv) Los maíces Convencional y maíz con el evento acumulado DAS-01507-1 x MON-00603-6, presentaron en trampas amarillas la misma incidencia de chinche asesina (Reduviidae).
- v) El maíz con el evento DAS-01507-1, presentó la mayor población de crisopas (Crhysopidae), catarinitas (Coccinellidae), abejas (Aphidae), y avispidas (varias especies) en planta de maíz.
- vi) Los maíces Convencional y maíz con el evento acumulado DAS-01507-1 x MON-00603-6, presentaron en planta de maíz la mayor incidencia de pulgones (Aphididae) y chicharritas (Cicadellidae).
- vii) Los resultados obtenidos muestran que no existe efecto (reducción de población) de los maíces genéticamente modificados, sobre la población de insectos no blanco.

Análisis del Tamaño, Viabilidad y Dispersión de Polen:

- i) Los Híbridos de maíz genéticamente modificados, conteniendo los eventos DAS-01507-1, MON-00603-6, y DAS-01507-1xMON-00603, se comportaron en forma similar a sus respectivos isohíbridos convencionales e híbrido de referencia convencional en cuanto a viabilidad y tamaño de polen, en el sitio Angostura, Sinaloa, México.
- ii) La dispersión del polen en trampas colocadas entre 1.0 m hasta 250 m de distancia, de la fuente emisora de polen (Lote Angostura, Sinaloa), indicaron que la mayor captura de polen se presentó entre los 1.0 m hasta los 100 m, a partir de los 150 m y hasta los 250 m de distancia de la fuente emisora, se detectó una muy baja cantidad de granos de polen.

Análisis de la Expresión de Proteínas Cry1F y CP4 EPSPS:

- i) Se confirmó la expresión de la proteína CRY1F en el evento DAS-01507-1 y las proteínas CRY1F y CP4 EPSPS en el evento DAS-0150-1xMON-00603-6 en los híbridos de maíz de prueba de las localidades Navolato, Culiacán y Angostura, Sinaloa, México.
- ii) Se confirmó que los isohíbridos y el híbrido de referencia de maíz empleados no expresaron las proteínas que confieren los genes DAS-01507-1 y MON-00603-6, lo que correspondió exactamente a lo predicho.

Referencias:

- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) y el Instituto Nacional de Ecología (INE). Proyecto Global de Maíces. http://www.biodiversidad.gob.mx/genes/pdf/proyecto/Anexo13_Base%20de%20datos/Contenido%20y%20observaciones%20de%20la%20BdeD.pdf. Mayo del 2011.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Decretos, Programas de Manejo y/o INEGI. Ficha Descriptiva del Área Natural Protegida. http://simec.conanp.gob.mx/Info_completa_ext.php?id_direccion=23. 26 de Mayo del 2011.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI); Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO); e Instituto Nacional de Ecología (INE). 2008. Ecorregiones terrestres de México (2008). Catálogo de metadatos geográficos. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis/ecort08gw.xml?httpcache=yes&xsl=/db/metadatos/xsl/fgdc_html.xsl&indent=no. Mayo del 2011.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). Proyecto de Información Básica. Información Referenciada Geoespacialmente Integrada en un Sistema (iris). iris 4.2
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). Proyecto de Uso de Suelo y Vegetación Serie II. Información Referenciada Geoespacialmente Integrada en un Sistema (iris). iris 4.2
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). Proyecto Edafología Serie I. Información Referenciada Geoespacialmente Integrada en un Sistema (iris). iris 4.2
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). Proyecto Geología Serie I. Información Referenciada Geoespacialmente Integrada en un Sistema (iris). iris 4.2
- Subsecretaría de Fomento a los Agronegocios (SFA), 2011. SAGARPA. Monitor Agroeconómico. Sinaloa. <http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Documents/pablo/Documents/monitor%20estados/Sinaloa.pdf>. Julio del 2011.

V.c.1 Listado de especies sexualmente compatibles y de las especies que tengan interacción en el área de liberación y en zonas vecinas a éstos en el radio señalado en este inciso;Especies sexualmente compatibles

El género *Zea* incluye además del maíz otras especies silvestres conocidas colectivamente como teocintles. Los teocintles presentes en México son: *Zea diploperennis* y *Zea perennis*, dos especies perennes que se encuentran localizadas en algunas zonas del estado de Jalisco. Además existen subespecies de *Zea mays*, como *Zea mays spp. mexicana*, un teocintle silvestre anual ampliamente distribuido en las regiones altas del centro de México y el *Zea mays spp. parviglumis*, un teocintle silvestre del sur y occidente de México. Existen otros teocintles silvestres: *Zea luxurians* y *Zea mays spp. huuetenangensis*, sin embargo estos no se han reportado en México. Todos los teocintles con excepción del tetraploide *Z. perennis* pueden cruzarse con el maíz para formar híbridos fértiles (Wikes, 1977, Doebley, 1990). Sin embargo estudios recientes indican que la dirección de la polinización en su gran mayoría es del teocintle (*spp. mexicana*) hacia el maíz (Baltasar et al, 2005) debido a la presencia de barreras genéticas de incompatibilidad (Evans y Kermicle, 2001) y factores físicos de las plantas de teocintle los cuales no permiten que el polen de maíz polinice los estigmas del teocintle.

Otro pariente cercano del género *Zea* es el *Tripsacum*, un género de siete especies, todas las cuales se pueden cruzar artificialmente con *Zea*. Sin embargo la progenie resultante de estas cruces es generalmente estéril.

Sólo *Z. mays spp. mexicana* forma híbridos frecuentes con el maíz. Incluso donde el teocintle y el maíz crecen en la misma localidad y forman híbridos, cada uno de ellos mantiene las constituciones genéticas distintas, lo que sugiere que sería muy raro que llegase a ocurrir una introgresión, y en muy contadas ocasiones da lugar a cambios que se pueden mantener en cualquier población. Por ejemplo, los híbridos que se forman entre el teocintle y el maíz producen espiguillas que no tienden a dispersar la semilla y que son, por lo tanto, altamente seleccionadas considerando su naturaleza.

La evidencia molecular reciente ha confirmado que existe cierto flujo genético limitado entre el maíz y el teocintle lo cual puede ocurrir en cualquier dirección, pero que se presenta a una frecuencia muy baja (Doebley 1990). Incluso si el polen genéticamente modificado fuese a fertilizar el teocintle para formar un híbrido viable, cualquier gen del maíz deberá conferir una ventaja selectiva muy fuerte sobre los teocintles silvestres a fin de continuar en la población de teocintle. La resistencia a las plagas de lepidópteros, tales como el barrenador del tallo, es poco probable que confiera esa ventaja selectiva tan fuerte, especialmente debido a que la resistencia a los insectos herbívoros es común entre las especies silvestres. Además, los fitomejoradores han hecho adelantos importantes en el desarrollo de híbridos de maíz comerciales con mayor resistencia a los insectos (Dicke y Guthrie 1988). Estos híbridos han estado ampliamente disponibles en América del Norte pero no ha habido un incremento perceptible en la conveniencia del teocintle.

Teosintle

Los genes del teosintle se han introducido en el maíz a través del proceso evolucionario y de domesticación (Galinat, 1988, 1992, 1995; Wilkes, 1977, 1985, 1989). Por otro lado, hay ciertas razas de teosintle que presentan una barrera para los cruzamientos con el maíz (Kermicle y Allen, 1990). Todas las razas conocidas de teosintle todavía sobre-viven *in situ* en los campos de los agricultores junto con el maíz, en áreas sin cultivar y en algunos casos en áreas de reservas de biodiversidad.

Tripsacum

En la historia de la evolución del maíz, del teosinte y del *Tripsacum*, no hay una evidencia clara del intercambio de germoplasma entre *Tripsacum* con maíz o teosinte. Sin embargo, *Tripsacum* es el único género con el cual se ha cruzado el maíz, en condiciones experimentales, y cuyos segmentos de DNA han sido transferidos al maíz, si bien en forma limitada. Es probable que con la ayuda de las nuevas herramientas tales como los marcadores moleculares, la hibridación somática y las técnicas diferenciales de tinción para la identificación de la transferencia de segmentos cromosómicos, se pueda progresar rápidamente en la transferencia de características deseables de *Tripsacum* a maíz. Galinat (1988) y Wilkes (1989) describieron los beneficios que pueden derivarse de la transferencia de genes de *Tripsacum* a maíz. Ejemplos de tales características son resistencia a los insectos, apomixis y resistencia a la maleza *Striga* sp. (Bertrand et al., 1995; Savidan, Grimanelli y Leblanc, 1995). La transferencia de genes apomícticos al maíz con la ayuda de marcadores RFLP (Leblanc et al., 1995) será el primer uso de un carácter de un antecesor salvaje en el mejoramiento del maíz.

La información sobre la sistemática del *Tripsacum* se encuentra en los trabajos de Randolph (1970) y de de Wet et al. (1981, 1982, 1983). La mayor biodiversidad se encuentra en México, Guatemala y en algunas partes de América del Sur. Berthaud et al. (1995) listaron 20 especies de *Tripsacum*, muchas de cuyas poblaciones continúan existiendo *in situ*. La conservación *ex situ* ha sido llevada en la forma de un jardín de introducción de *Tripsacum* en el CIMMYT, en México, donde se han establecido más de 1 000 colecciones; además semillas de *Tripsacum* son mantenidas en bancos de germoplasma en México. Los recursos genéticos de *Tripsacum* se pueden obtener en forma vegetativa como esquejes, los cuales corresponderán exactamente al tipo, o por semillas cuyas progenies serán siempre variables (Berthaud et al., 1995).

Razas de maíz

Una colección de diferentes razas de maíz, sobre todo del hemisferio occidental, es mantenida en diversos bancos de germo-plasma. Taba (1995a) ha hecho una lista de las razas de maíz almacenadas en los bancos nacionales de germoplasma de México, América Central y América del Sur y en el CIMMYT. Un artículo extenso sobre las razas de maíz ha sido escrito por Goodman y Brown (1988). Muchos de los términos usados cuando se hace referencia a las reservas de diversidad genética son inter-cambiables: razas de maíz, razas locales, súper razas, sub-razas, tipos de maíz primitivo, grupos raciales o geográficos y complejo de razas. Anderson y Cutler (1942) introdujeron el concepto de razas de maíz; cada raza representa un grupo de individuos relacionados con suficientes características en común como para permitir su reconocimiento como grupo, teniendo un alto número de genes comunes. Más adelante, Anderson y sus colaboradores desarrollaron y definieron el concepto de raza para que fuera más útil para la descripción del maíz.

Mangelsdorf (1974) dividió todas las razas de maíz de América Latina en seis grupos de linajes, cada grupo derivado de una raza salvaje de maíz. Estos grupos son:

- *Palomero toluqueño*, maíz mexicano reventón puntiagudo.
- *Complejo Chapalote - Nal - Tel* de maíces de México.
- *Pira Naranja* de Colombia, progenitor de los maíces tropicales duros con endo-spermo de color naranja.
- *Confite Morocho* de Perú, progenitor de los maíces de ocho filas.
- *Chullpi* de Perú, progenitor del maíz dulce y relacionado a las formas almidonosas con mazorcas globosas.
- *Kculli*, maíz tintóreo peruano, progenitor de razas con complejos de aleurona y peri-carpio coloreados.

Especies que tengan interacción en el área de liberación

De acuerdo a la base de datos del Proyecto Global de Maíces (CONABIO, s/a⁶), no existen registros de teocintles en el estado de Sinaloa (Figura 15); y los registros recientes de maíces criollos (2006-2010), se encuentran a no menos de 16 kilómetros de distancia respecto a los predios propuestos para la liberación.

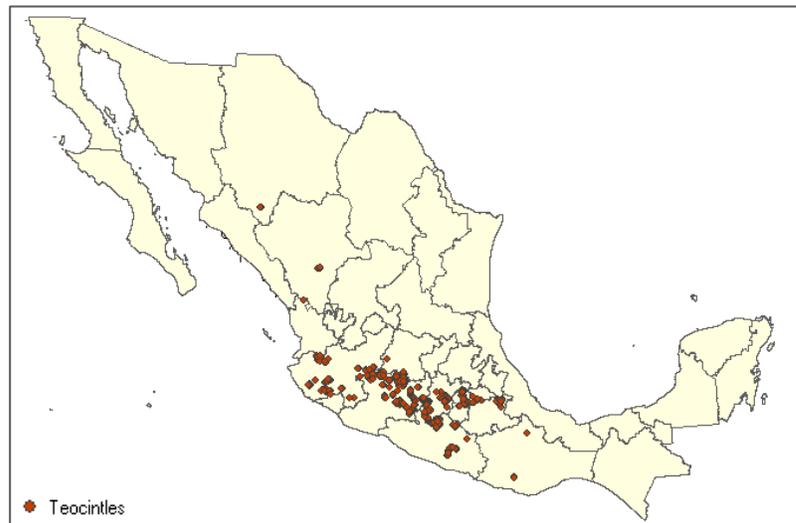


Figura 6. Distribución de teocintle en México según el Proyecto Global de Maíces de la CONABIO. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Proyecto de Información Básica Serie II. iris 4.2

Biología reproductiva del maíz (*Zea mays* L.)

⁶ Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) y el Instituto Nacional de Ecología (INE). Proyecto Global de Maíces. http://www.biodiversidad.gob.mx/genes/pdf/proyecto/Anexo13_Base%20de%20datos/Contenido%20y%20observaciones%20de%20la%20BdeD.pdf. Mayo del 2011.

Cuando la planta ha diferenciado totalmente el número de hojas que van a constituir su estructura (30 días después de la siembra) y alcanza una altura de 45 a 50 cm, se inicia en el cono vegetativo, con la formación de pequeñas protuberancias, la diferenciación del órgano reproductor masculino (espiga), que días después es reconocible. Siete a diez días después de la formación de la espiga en posición lateral respecto al cono vegetativo, y aparecerá hacia el sexto nudo por debajo del órgano reproductor masculino. Una semana antes de la emisión de polen, todos los entrenudos se han alargado por completo y en los días anteriores a la polinización, la planta dedica toda su energía a la producción de granos de polen maduros y a preparar la estructura de la espiga.

Morfología y reproducción sexual

La espiga es la estructura floral de la planta de maíz. Contrario a la mayoría de los cultivos de granos, las plantas de maíz tienen flores femeninas y masculinas separadas. Cuando ambos tipos de flores se localizan en la misma planta, como en el maíz, la planta es llamada monoica. La única función de la flor masculina (espiga) es la de producir grandes cantidades de polen para fertilizar los óvulos de la inflorescencia femenina (la mazorca). El número de granos de polen producidos por una espiga vigorosa usualmente oscila entre 2 y 5 millones. La inflorescencia femenina está constituida por un grupo cilíndrico de flores femeninas, cada una de las cuales está en posición de formar una carópside si la polinización se realiza con normalidad. En una mazorca de dimensiones normales y bien desarrollada se pueden contar de 700 a 1000 óvulos, una vez madura la mazorca tendrá siempre un número par de filas de grano, que podrán ser de 16, 18 e incluso 22. Dos o tres días después del inicio de la dispersión de polen, de la espiga salen los estilos o "sedas", cada uno de los cuales termina en la base de un óvulo.

Polinización y dispersión de polen

Cuando los granos de polen caen en los estigmas del maíz, son atrapados por pequeños cabellos, y por la humedad y viscosidad del estigma. Los granos de polen contienen almidón como fuente de energía, y germina rápidamente cuando entra en contacto con el estigma, produciendo un tubo polínico que crece dentro del canal del estigma y entra al ovario. El tubo polínico crece a lo largo del tubo en 12 a 28 horas. El tubo polínico rompe con la punta para exponer el núcleo dentro del óvulo, fertilizando el huevo, que desarrolla un embrión, y un núcleo polar, el cual se desarrolla dentro del endospermo de un nuevo grano.

Se ha demostrado además que una vez en la atmósfera, los granos de polen deben mantenerse viables el tiempo suficiente para que alcancen a llegar a un estigma viable y así poder completar el proceso de polinización. En promedio el grano de polen pierde el 100% de viabilidad después de dos horas de exposición atmosférica (Luna et al., 2001; Aylor, 2004). Típicamente los estigmas proporcionan a los granos de polen la humedad y nutrientes que le permiten germinar. El crecimiento del tubo polínico generalmente es visible dentro de los 30 minutos que el grano de polen ha llegado a un estigma receptivo y la fertilización ocurre dentro de aproximadamente 24 horas (Kiesselbach, 1999).

Listado comparativo con la contraparte convencional

Mediante el ensayo de Equivalencia Agronómica realizado en Angostura, Culiacán, Los Mochis y Navolato, Sinaloa durante el ciclo O-1 2009, se demostró que el maíz GM DAS-01507-1 es agrónomicamente equivalente a su contraparte convencional, con excepción de la resistencia a algunos insectos lepidópteros.

Ver Reporte final de la Liberación Experimental al Ambiente de Maíz Genéticamente Modificado con el Evento DAS-01507-1xMON-00603-6 para las Localidades de Angostura, Culiacán, Los Mochis y Navolato en el Estado de Sinaloa, Permiso de liberación al ambiente B00.04.03.02.01.8726. Entregado el 09 de Julio del 2010.

Referencias:

- Aylor, D. 2004. Survival of maize (*Zea mays*) pollen exposed in the atmosphere. *Agricult Forest Meteor* 119:111-129
- Coordinación Nacional de la CONABIO. Documento base sobre centros de origen y diversidad en el caso de maíz en México. CONABIO, julio de 2006 http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/bioseguridad/doctos/Doc_CdeOCdeDG.pdf. Diciembre del 2010.
- Aylor, D., Baltasar, M.B. and Schoper J. 2005. Some physical properties of Teosinte (*Zea mays* subs. *Parviglumis*) Pollen. *J. Exp Bot* 56:2401-2407.
- Dirección de Economía Ambiental, INE; Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, CONABIO; y Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura, SAGARPA 2008. Agrobiodiversidad en México: el caso del Maíz. <http://www.ine.gob.mx/descargas/dgipea/agrodiversidad.pdf> Enero del 2011.
- Doebley, J. 1990. Molecular evidence of gene flow among *Zea* species. *BioScience* 40:443-448.
- Doebley, J. 2004. The genetics of maize evolution. *Annu Rev Gen.* 2004;38:37-59.

- Eckardt, N.A. 2003. Maize genetics 2003. Meeting Report. The Plant Cell Rep. 15 (5) 1053-1055.
- Evans, M.M.S. and Kermicle, J.L. 2001. Teosinte crossing barrier1, a locus governing hybridization of teosinte with maize. Theor Appl Genet 103:259-265.
- Hoelt, R. G., Nafziger, E. D., Johnson, R. R. and Aldrich, S. R. 2000. Corn as a crop in: Modern corn and soybean production. 10 – 12
- Kiesselbach, T.A. 1999. The structure and reproduction of corn. 50th Anniversary Edition. Cold Spring Harbor Laboratory Press, Cold Spring Harbor, New York.
- Luna, S., Figueroa, J., Baltazar, B.M., Gómez, L.R., Townsend, R. and Schoper, J.B. 2001. Maize pollen longevity and distance isolation requirements for effective pollen control. Crop Sci 41:1551-1557.
- Paliwal, R. L., Granados, G., Laffite, H. R. y Violic A. D. 2001. El maíz en los trópicos: mejoramiento y producción. Grupo de Cultivos Alimentarios Extensivos Servicio de Cultivos y Pastos. Dirección de Producción y Protección Vegetal de la FAO. <http://www.fao.org/DOCREP/003/X7650S/X7650S00.HTM>. 30 de Julio del 2011.
- Sánchez, J. J. y Ruíz Corral, J. A. s/a. Distribución del teocintle en México. Campo Experimental del Centro de Jalisco. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP). <http://apps.cimmyt.org/spanish/docs/proceedings/geneflow/FG-Distribucion.pdf>. Enero del 2011.
- Wilkes, H.G. 1977. Hybridization of maize and teosinte in Mexico and Guatemala and the improvement of maize. Econ Bot 34:254-293.
- Weber A, Clark RM, Vaughn L, Sánchez-Gonzalez Jde J, Yu J, Yandell BS, Bradbury P, Doebley J.2007. Major regulatory genes in maize contribute to standing variation in teosinte (*Zea mays ssp. parviglumis*). Genetics. 177(4):2349-59.

V.c.2 Descripción geográfica

CLIMAS DE SINALOA

La altitud predominante en Sinaloa (del nivel del mar a 1000 m), entre otros factores como la ubicación en las zonas subtropical e intertropical, ha originado que gran parte de su territorio presente altas temperaturas; mientras que el resto, con mayor altura sobre el nivel del mar, muestra temperaturas menos altas. Este elemento del clima (la temperatura) en relación con la precipitación, que va de menos de 300 a más de 1 500 mm, ha dado lugar a la presencia de climas: *cálido* subhúmedo con lluvias en verano, *semiseco* muy cálido y cálido, *seco* muy cálido y cálido, *semicálido* subhúmedo con lluvias en verano, *muy seco* muy cálido y cálido, *templado* subhúmedo con lluvias en verano y *seco* semicálido; citados en orden según la extensión que abarcan.

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

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

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

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

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

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

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

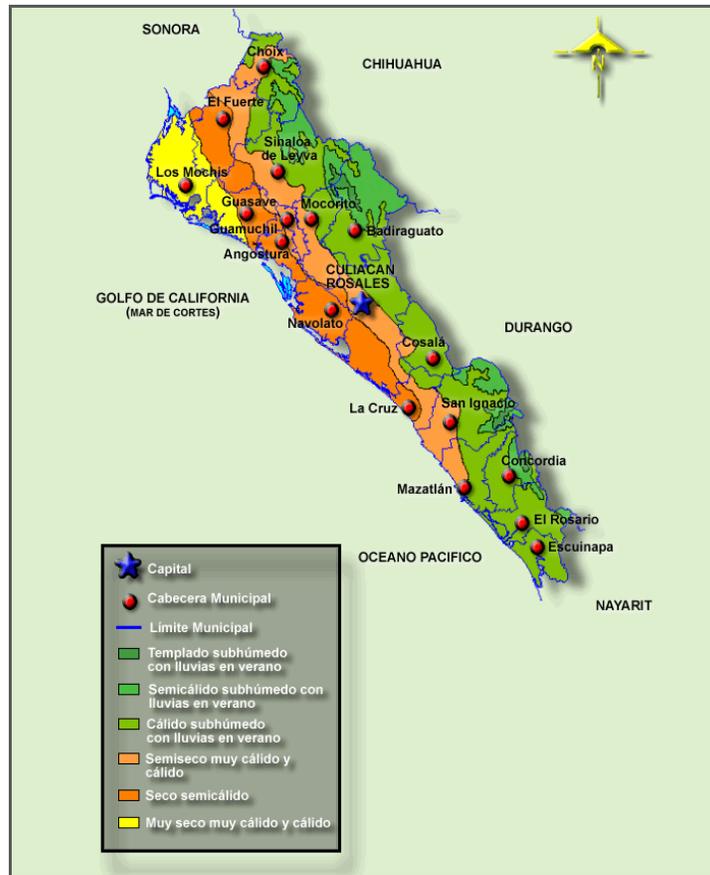


Figura 7. Mapa de climas en Sinaloa.

FISIOGRAFIA

El estado de Sinaloa, por su forma y posición geográfica, se encuentra dividido longitudinalmente por dos Provincias Fisiográficas: a) Sierra Madre Occidental, en donde la parte oriental del estado está enclavada en cuatro subprovincias fisiográficas; la primera de ellas *Pie de la Sierra*, presente en la franja central a lo largo de toda la entidad; *Gran Meseta y Cañones Chihuahuenses*, cubre el extremo norte; *Gran Meseta y Cañones Duranguenses*, que recorre la parte oriental sobre las colindancias con Chihuahua y Durango y por último, *Mesetas y Cañadas del Sur*, al sureste del estado; y b) Llanura Costera del Pacífico, que se extiende por toda la franja costera sobre tres subprovincias, de norte a sur respectivamente: *Llanura Costera y Deltas de Sonora y Sinaloa*, *Llanura Costera de Mazatlán*, y finalmente, *Delta del Río Grande de Santiago* (Figura 17).



Figura 8. Mapa fisiográfico del estado de Sinaloa.

DESCRIPCIÓN GEOGRÁFICA DEL MUNICIPIO AHOME**Fisiografía**

Provincia	Llanura Costera del Pacífico (100%)
Subprovincia	Llanura Costera y Deltas de Sonora y Sinaloa (100%)
Sistema de topoformas	Llanura deltaica (33.39%), Llanura costera con ciénegas salina (30.70%), Llanura deltaica salina (10.24%), Llanura costera (8.03%), Llanura costera con lomerío (6.47%), Sierra baja de laderas escarpadas con llanuras (4.46%), Playa o barra (3.32%), Sierra baja de laderas tendidas (2.18%), Sierra baja de laderas escarpadas (1.21%)

Clima

Rango de temperatura	22 – 26°C
Rango de precipitación	Menos de 200 – 500 mm
Clima	Muy seco muy cálido y cálido (97.58%), seco muy cálido y cálido (2.42%)

Geología

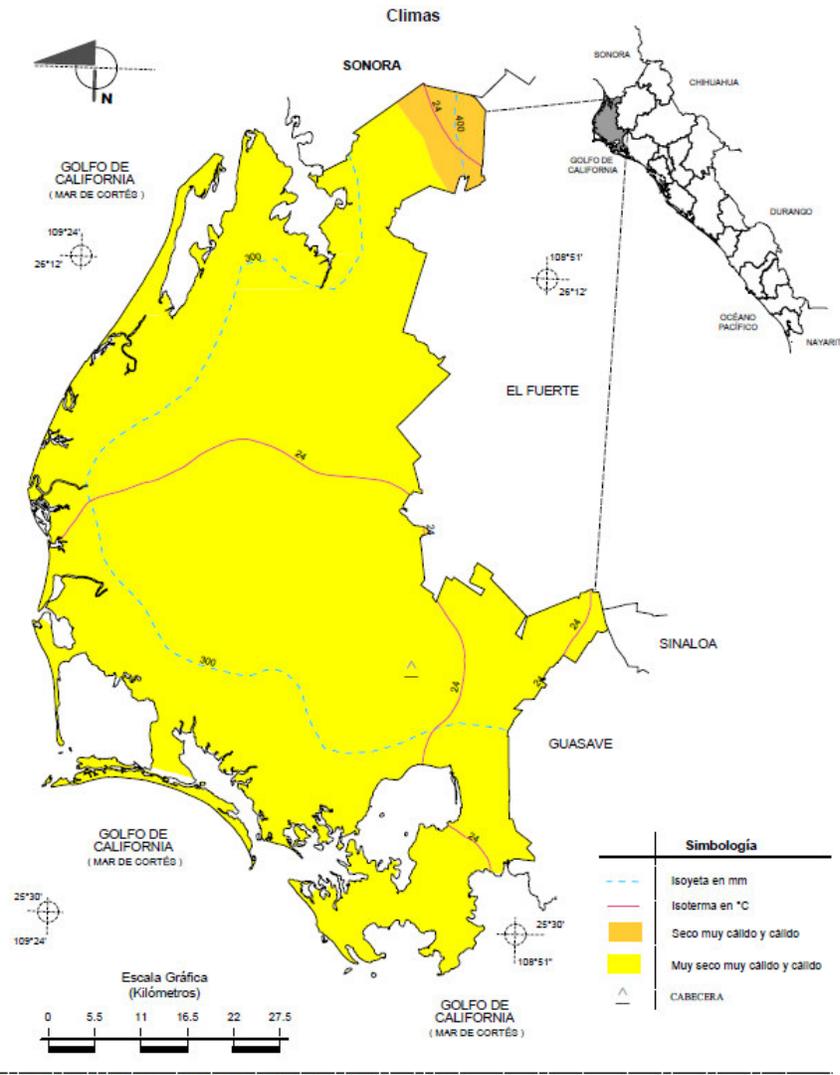
Periodo	Cuaternario (90.74%), Terciario (4.06%), Neógeno (3.07%), No aplicable (1.02%), Paleógeno (0.87%), Cretácico (0.10%), Jurásico (0.08%) y No definido (0.06%)
Roca	Suelo: aluvial (58.70%), lacustre (12.89%), eólico (2.43%), litoral (1.59%) Sedimentaria: arenisca (10.50%), conglomerado (1.66%), arenisca-conglomerado (1.52%) Ígnea extrusiva: riolita-toba ácida (3.13%), andesita-brecha volcánica intermedia (2.79%), basalto-brecha volcánica básica (1.58%), andesita (0.95%), brecha volcánica ácida (0.84%), basalto (0.15%), toba ácida-brecha volcánica ácida (0.07%), dacita (0.01%) Ígnea intrusiva: granodiorita (0.10%) Metamórfica: esquisto (0.06%) y No aplicable (1.02%)

Edafología

Suelo dominante	Xerosol (46.49%), Solonchak (25.27%), Regosol (13.77%), Litosol (8.01%), Yermosol (2.04%), Fluvisol (1.08%) y No aplicable (3.34%)
-----------------	--

Hidrografía

Región hidrológica	Sinaloa (100%)
Cuenca	Bahía Lechuguilla-Chuira-Navachiste (46.80%), Estero Bacorehuis (40.15%), R. Fuerte (13.05%)
Subcuenca	Estero de Bacorehuis (40.15%), B. Ohuira (37.57%), R. Fuerte-San Miguel (13.05%), B. Lechuguilla (5.61%), B. Navachiste (3.62%)
Corrientes de agua	Perennes: Río Fuerte, Río Arroyo Viejo, Chicura Viva Intermitentes: Las Cruces, Jumbiolabampo, Guayparín, Chicura Viva, y Bacorehuis, Arroyo Seco. Canales: Alto Colorado, Alto Valle del Fuerte, Babujaqui, Batequis, Buena Ventura, Campo Nuevo, Cañero, Capoa, Cerro Prieto, El Carrizo, Fuerte Mayo, Jahuara, Juárez, Pascola, Porvenir, Sevelampo, Sicae, Veinte de Noviembre y Zaragoza
Cuerpos de agua	Perennes: L. Las Liebres, L. Capoa, L. Once Ríos y L. La Presa.



Fuente: INEGI. Marco Geoestadístico Municipal 2005, versión 3.1.

INEGI. Continuo Nacional del Conjunto de Datos Geográficos de las Cartas de Climas, Precipitación Total Anual y Temperatura Media Anual 1:1 000 000, serie I.

DESCRIPCIÓN GEOGRÁFICA DEL MUNICIPIO ANGOSTURA**Fisiografía**

Provincia	Llanura Costera del Pacífico (100%)
Subprovincia	Llanura Costera y Deltas de Sonora y Sinaloa (100%)
Sistema de topoformas	Llanura costera (58.05%), Llanura costera con ciénegas salina (22.57%), Llanura costera con dunas y salina (11.15%), Playa o barra (6.13%), Llanura costera condunas (2.09%) y No aplicable (0.01%)

Clima

Rango de temperatura	22 – 26°C
Rango de precipitación	400-600 mm
Clima	Seco muy cálido y cálido (92.08%), semiseco muy cálido y cálido (7.92%)

Geología

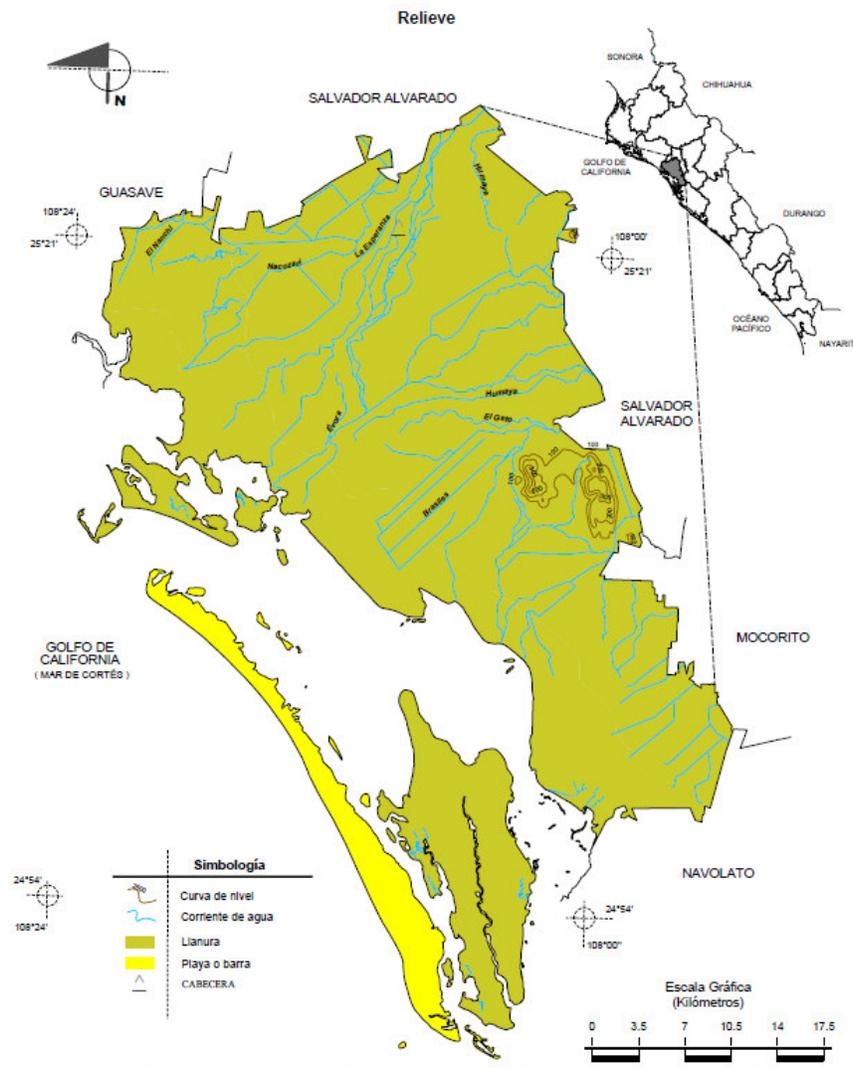
Periodo	Cuaternario (95.30%), Neógeno (3.51%), No aplicable (1.07%), Terciario (0.12%)
Roca	Suelo: aluvial (58.69%), lacustre (18.03%), litoral (7.92%), eólico (2.62%) Sedimentaria: arenisca (6.38%), conglomerado (0.97%), arenisca-conglomerado (0.23%) Ígnea extrusiva: basalto (2.85%), brecha volcánica ácida (0.71%), toba ácida (0.54%) y No aplicable (1.06%)

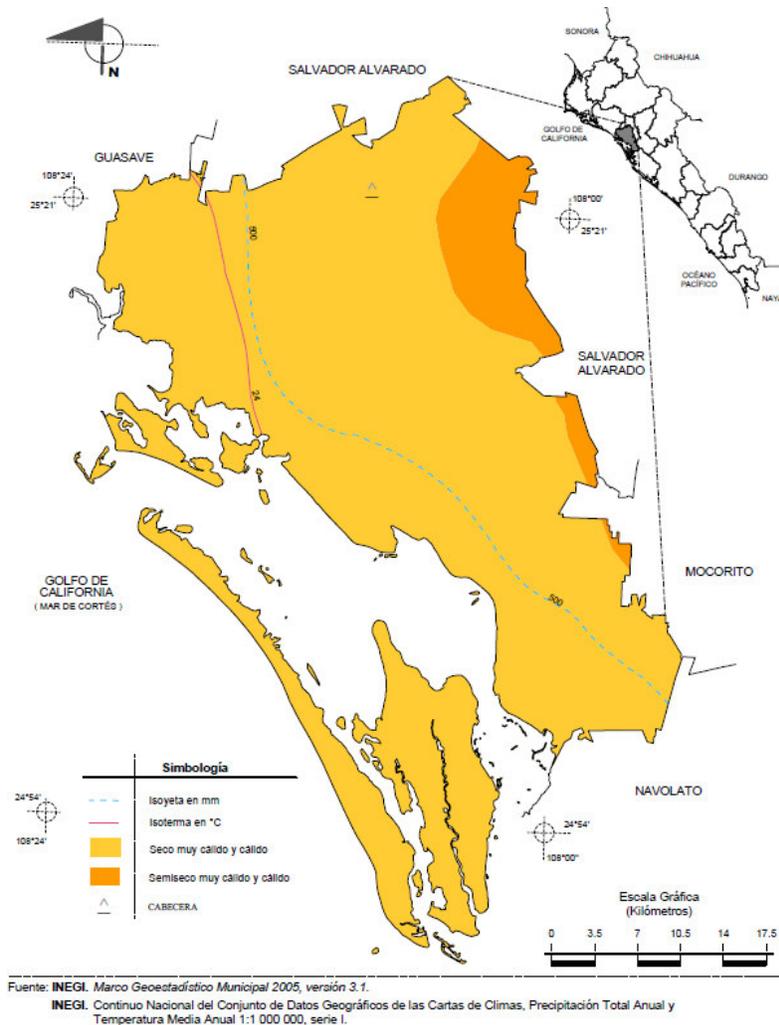
Edafología

Suelo dominante	Vertisol (62.65%), Regosol (20.30%), Solonchak (11.80%), Litosol (1.55%), Feozem (0.84%) y No aplicable (2.86%)
-----------------	---

Hidrografía

Región hidrológica	Sinaloa (100%)
Cuenca	Mocosito (100%)
Subcuenca	Bahía Santa María (56.84%), R. Mocosito (41.30%), A. Mezquitillo (1.86%)
Corrientes de agua	Canales: Brasiles, El Gato, El Nanchi, El Tigre, Évora, Humaya, La Esperanza, y Nacozari.
Cuerpos de agua	No disponibles





DESCRIPCIÓN GEOGRÁFICA DEL MUNICIPIO CULIACÁN

Fisiografía

Provincia	Sierra Madre Occidental (53.15%), Llanura Costera del Pacífico (46.85%)
Subprovincia	Pie de La Sierra (42.72%), Llanura Costera y Deltas de Sonora y Sinaloa (30.62%), Llanura Costera de Mazatlán (16.23%), Gran Meseta y Cañadas Duranguenses (10.42%)
Sistema de topografías	Sierra baja con lomerío, Llanura costera (24.91%), Llanura costera con lomerío (13.91%), Sierra alta con cañones (10.42%), Sierra alta (5.31%), Sierra baja (3.93%), Valle de laderas con ciénegas salina (3.16%), Playa o barra (1.89%), Llanura costera con ciénegas salina (3.16%), Llanura costera con lomerío de piso rocoso o cementado (0.89%), Llanura costera salina (0.05%) y No aplicable (0.54%)

Clima

Rango de temperatura	18 – 26°C
Rango de precipitación	400 – 1 100 mm
Clima	Seco muy cálido y cálido (37.40%), semiseco muy cálido y cálido (31.96%), cálido subhúmedo con lluvias en verano de humedad media (27.98%), cálido subhúmedo con lluvias en verano de menor humedad (1.49%), cálido subhúmedo con lluvias en verano de humedad media (1.13%) y semicálido subhúmedo con lluvias en verano de menor humedad (0.04%)

Geología

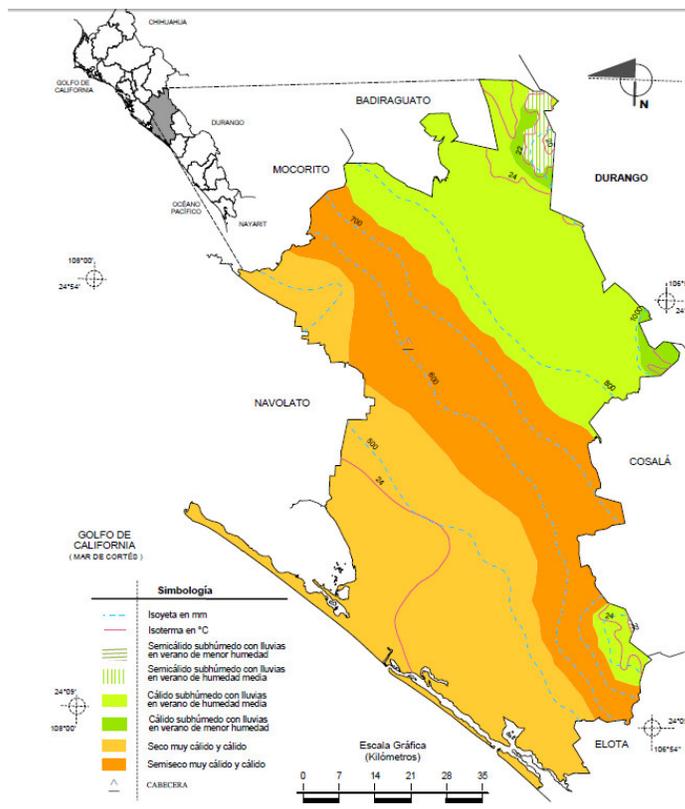
Periodo	Cuaternario (47.52%), Terciario (29.64%), Cretácico (8.89%), Neógeno (7.53%), Paleógeno (3.71%), Jurásico (1.96%), No aplicable (0.76%)
Roca	Suelo: aluvial (39.82%), lacustre (3.41%), palustre (1.43%), litoral (0.84%), eólico (0.39%), Ígnea extrusiva: riolita-toba ácida (29.29%), basalto (2.67%), basalto-brecha volcánica básica (2.44%), andesita (1.89%), andesita-toba intermedia (1.02%), brecha volcánica intermedia (0.79%), toba ácida (0.36%), brecha volcánica ácida (0.24%), toba intermedia (0.01%) Ígnea intrusiva: granodiorita (8.41%) Sedimentaria: conglomerado (3.79%), caliza (0.47%) Metamórfica: metavolcánica (1.96%) y No aplicable (0.77%)

Edafología

Suelo dominante	Vertisol (31.60%), Luvisol (20.62%), Regosol (15.93%), Feozem (15.52%), Solonchak (5.86%), Fluvisol (3.17%), Castañozem (2.44%), Gleysol (1.60%) y No aplicable (3.26%)
-----------------	---

Hidrografía

Región hidrológica	Sinaloa (100%)
Cuenca	R. Culiacán (70.05%), R. San Lorenzo (29.13%), R. Mocosito (0.82%)
Subcuenca	R. Culiacán (32.04%), R. Tamazula (23.97%), A. de Tocuchamora (17.80%), R. Humaya-P. Adolfo López Mateos (11.70%), R. San Lorenzo (11.33%), R. Humaya (2.34%), R. Pericos (0.82%)
Corrientes de agua	Perennes: Arroyo de Agua, El Riyito, El Zalate, Humaya, Las Juntas, Río Culiacán, Río de Tomo, Río Humaya, Río San Lorenzo y Río Tamazula Intermitentes: Baila, El Apomal, El Carrizal, El Carrizo, El Cohete, El Higueral, El Huejote, El León, El Ojo, El Tapón, El Venadito, El Viche, El Zapote, La Anona, La Escondida, La Soledad, La Vainilla, Las Higuera, Las Tinias, Los Amoles, Los Arados, Quebrada La Calera, San Cayetano, Santa Fé y Tacuichamona
Cuerpos de agua	Perennes: Batamote, El Alhuate, El Higueral, La Primavera, La Vinata, Los Cascabeles y Sanalona.



Fuente: INEGI. Marco Geoestadístico Municipal 2005, versión 3.1.
INEGI. Continuo Nacional del Conjunto de Datos Geográficos de las Cartas de Climas, Precipitación Total Anual y Temperatura Media Anual 1:1 000 000, serie I.

DESCRIPCIÓN GEOGRÁFICA DEL MUNICIPIO ELOTA**Fisiografía**

Provincia	Llanura Costera del Pacífico (58.41%), Sierra Madre Occidental (41.59%)
Subprovincia	Llanura Costera de Mazatlán (58.41%), Pie de la Sierra (39.66%), Gran Meseta y Cañadas Duranguenses (1.94%)
Sistema de topofomas	Llanura costera con lomerío (51.48%), Lomerío con valles (25.11%), Sierra alta (14.54%), Llanura costera salina (3.51%), Llanura costera con lomerío y piso rocoso cementado (3.34%), Sierra alta con cañones (1.94%) y Playa o barra (0.08%)

Clima

Rango de temperatura	20 – 26°C
Rango de precipitación	Menos de 400 – 900 mm
Clima	Semiseco muy cálido y cálido (44.89%), seco muy cálido y cálido (32.54%), cálido subhúmedo con lluvias en verano de humedad media (22.48%) y semicálido subhúmedo con lluvias en verano de menor humedad (0.09%)

Geología

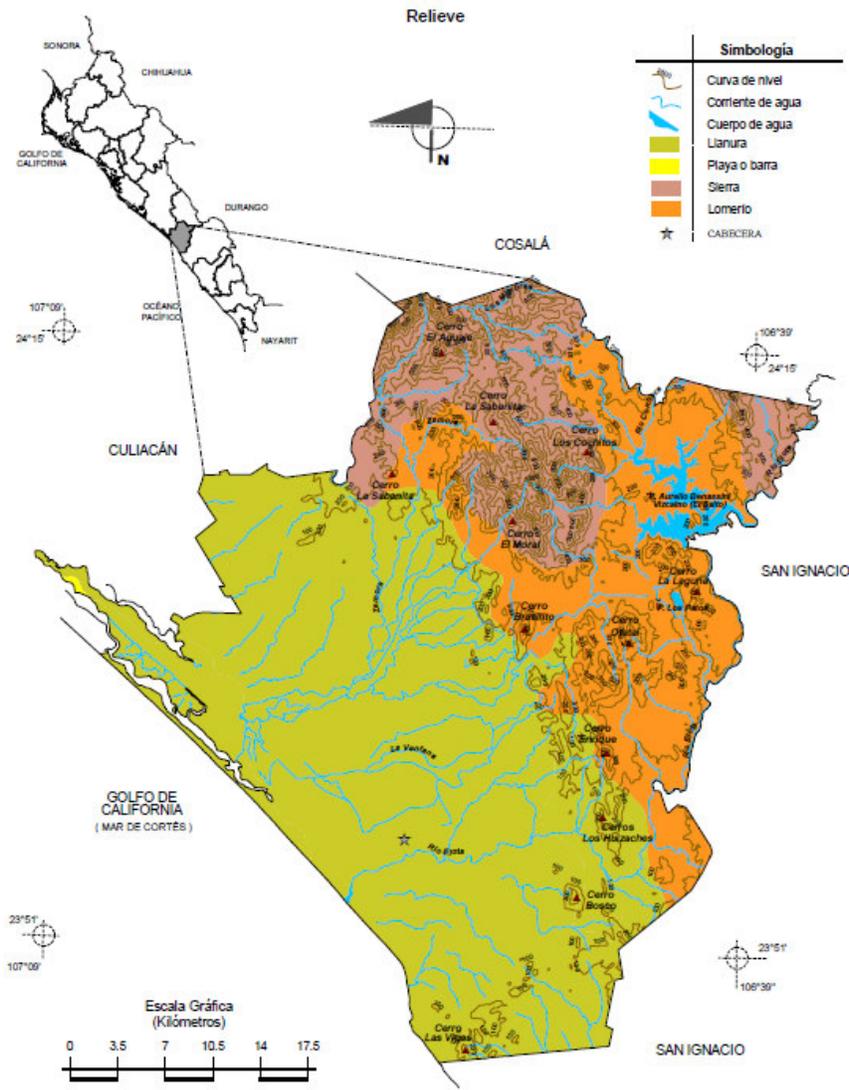
Periodo	Cuaternario (42.88%), Terciario (26.0%), Cretácico (17.30%), Neógeno (9.59%), Paleógeno (1.74%) y No aplicable (2.49%)
Roca	Ígnea extrusiva: riolita-toba ácida (25.64%), basalto-brecha volcánica básica (2.99%), andesita-toba intermedia (1.39%), brecha volcánica ácida (0.45%), toba intermedia (0.34%), basalto (0.01%). Suelo: aluvial (21.22%), Lacustre (1.66%), Palustre (1.30%), eólico (1.17%) Sedimentaria: conglomerado (21.98%), limolita-arenisca (1.47%), arenisca-conglomerado (0.33%), arenisca (0.25%) Ígnea intrusiva: granodiorita (17.30%) Metamórfica: complejo metamórfico (1.63%), esquisto (0.38%) y No aplicable (0.48%)

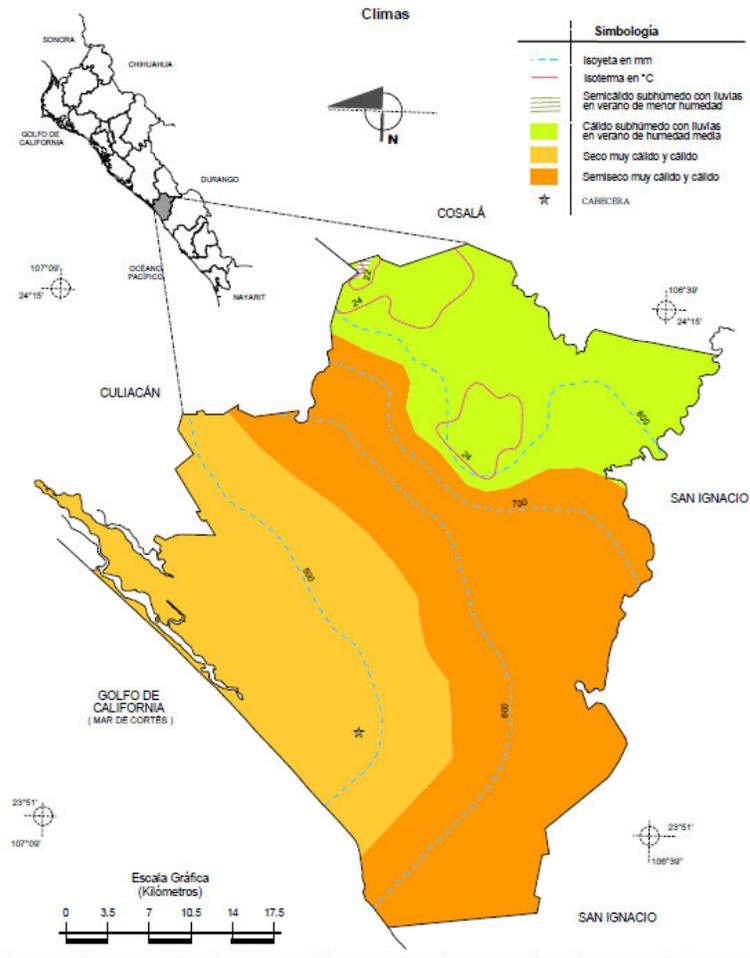
Edafología

Suelo dominante	Feozem (45.59%), Vertisol (21.98%), Luvisol (15.80%), Regosol (10.45%), Solonchak (1.90%), Fluvisol (1.25%), Gleysol (0.47%) y No aplicable (2.56%)
-----------------	---

Hidrografía

Región hidrológica	Sinaloa (100%)
Cuenca	R. San Lorenzo (51.06%), R. Piaxtla-R. Elota-R. Quelite (48.94%)
Subcuenca	A. de Tacuchamora (50.97%), R. de Elota (41.67%), R. de Piaxtla (7.27%), R. San Lorenzo (0.09%).
Corrientes de agua	Perennes: Río Itonía, Río Elota, Río Conitaca, Río Comoa Intermitentes: Zamora, Los Humanes, La Vinatería, La Ventana, Japuino, El Tigre, El Tapón, El Tambor, El Perico y El Papalote.
Cuerpos de agua	P. Aurelio Benassini Vizcaino (El Salto).





Fuente: INEGI. Marco Geoestadístico Municipal 2005, versión 3.1.
 INEGI. Continuo Nacional del Conjunto de Datos Geográficos de las Cartas de Climas, Precipitación Total Anual y Temperatura Media Anual 1:1 000 000, serie I.

DESCRIPCIÓN GEOGRÁFICA DEL MUNICIPIO GUASAVE

Fisiografía

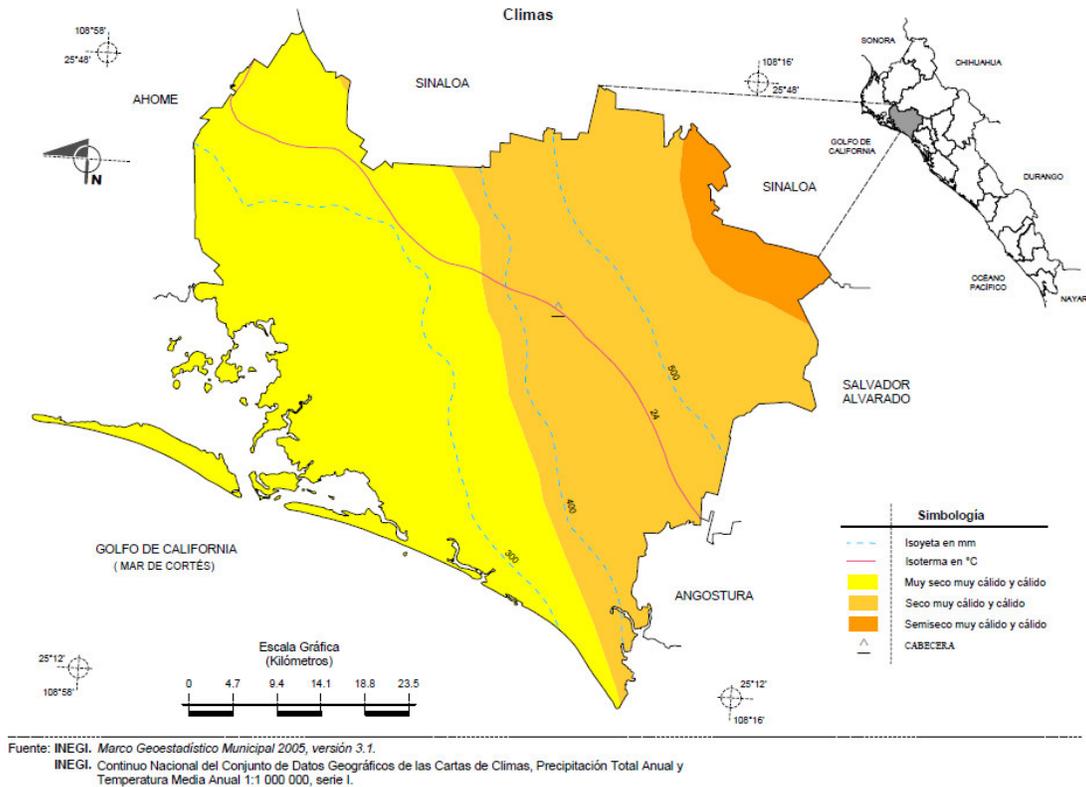
Provincia	Llanura Costera del Pacífico (100%)
Subprovincia	Llanura Costera y Deltas de Sonora y Sinaloa (100%)
Sistema de topoformas	Llanura costera (53.66%), Llanura deltaica (21.75%), Llanura costera con ciénegas salina (17.13%), Llanura costera con dunas y salina (4.33%), Playa o barra (2.36%), Sierra baja de laderas escarpadas con dunas (0.47%), y No aplicable (0.30%)

Clima

Rango de temperatura	22 – 26°C
Rango de 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%)

Geología

Periodo	Cuaternario (98.41%), Neógeno (0.60%) y No aplicable (0.99%)
Roca	Suelo: aluvial (81.24%), lacustre (11.58%), litoral (2.34%), eólico (1.18%) Sedimentaria: arenisca conglomerado (1.80%), arenisca (0.27%) Ígnea extrusiva: toba ácida-brecha volcánica intermedia (0.60%) y No aplicable (0.99%)



DESCRIPCIÓN GEOGRÁFICA DEL MUNICIPIO NAVOLATO

Fisiografía

Provincia	Llanura Costera del Pacifico (100%)
Subprovincia	Llanura Costera y Deltas de Sonora y Sinaloa (100%)
Sistema de topoformas	Llanura costera (56.76%), Llanura costera con ciénegas salina (41.69%) y Playa o barra (0.82%) y No aplicabe (0.73%)

Clima

Rango de temperatura	22 – 26°C
Rango de precipitación	400 – 600 mm
Clima	Seco muy cálido y cálido (99.0%) y semiseco muy cálido y cálido (1.0%)

Geología

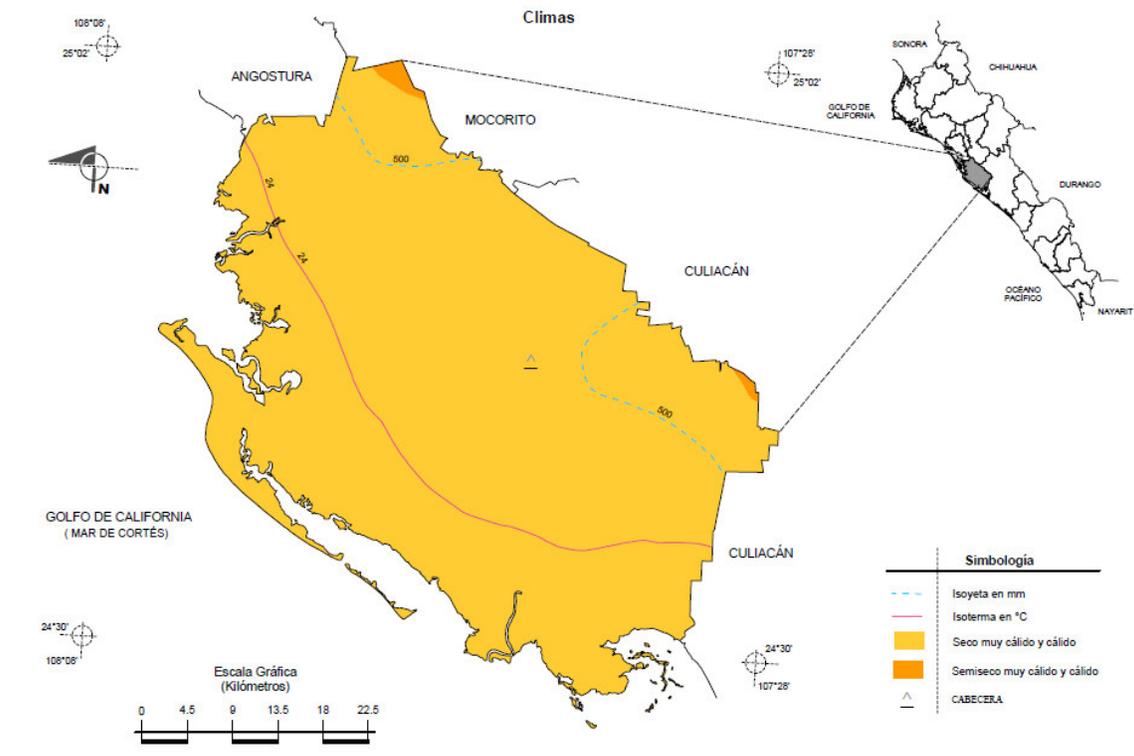
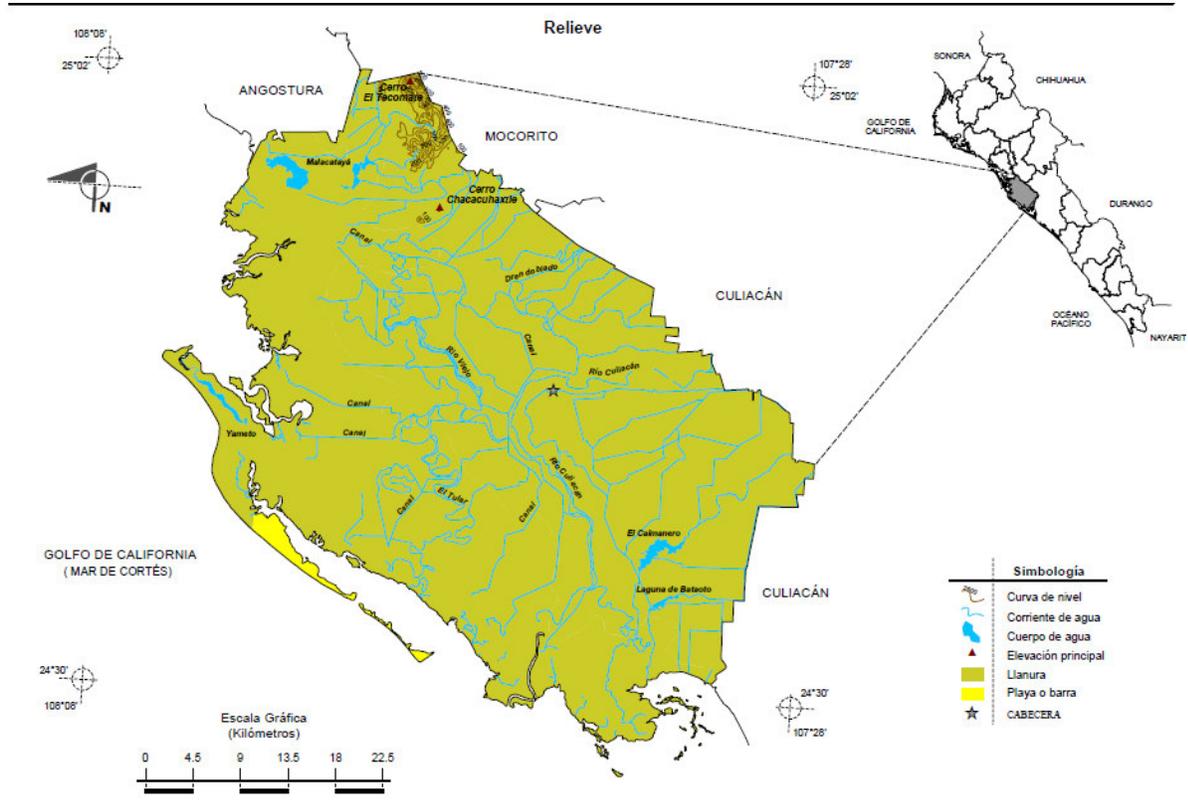
Periodo	Cuaternario (96.81%), Terciario (2.57%), Neógeno (0.14%) y No aplicable (0.48%)
Roca	Suelo: aluvial (67.73%), lacustre (18.29%), palustre (6.95%), litoral (2.86%), eólico (0.99%) Ígnea extrusiva: riolita-toba ácida (2.57%), basalto (0.14%) y No aplicable (0.47%)

Edafología

Suelo dominante	Vertisol (35.66%), Solonchak (32.99%), Fluvisol (14.86%), Regosol (5.58%), Castañozem (3.04%), Feozem (2.41%), Litosol (1.53%) y No aplicable (3.93%)
-----------------	---

Hidrografía

Región hidrológica	Sinaloa (100%)
Cuenca	R. Culiacán (65.03%), R. Mocosito (34.97%)
Subcuenca	R. Culiacán (65.03%), B. Santa María (23.64%), R. Pericos (11.33%)
Corrientes de agua	Perennes: Río Culiacán, El Tular, Río Viejo. Canales: Lateral Costeño, Lateral Siete, Cañedo, Dren Doblado, Dren Principal, El Caimanero, La Campana, Lateral Siete, Lateral Treinta Siete, Navolato, Palo Amarillo, Patagón, Potrero y Rosales.
Cuerpos de agua	Perennes: El Caimanero, Laguna de Bataoto, Malacatay y Yameto



Referencias

- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Información Geográfica. Mapas de climas. Sinaloa <http://mapserver.inegi.org.mx/geografia/espanol/estados/sin/clim.cfm?c=444&e=20>. Febrero del 2010
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Mapa de Fisiografía. Sinaloa. <http://mapserver.inegi.org.mx/geografia/espanol/estados/sin/fisio.cfm?c=444&e=24>. Febrero del 2010
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Información Geográfica. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Ahome, Sinaloa. <http://mapserver.inegi.gob.mx/webdocs/prontuario/25001.pdf> 07 de Marzo del 2011.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Información Geográfica. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Angostura, Sinaloa. <http://mapserver.inegi.gob.mx/webdocs/prontuario/25002.pdf> 07 de Marzo del 2011.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Información Geográfica. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Culiacán, Sinaloa. <http://mapserver.inegi.gob.mx/webdocs/prontuario/25006.pdf>. 17 de Marzo del 2011.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Información Geográfica. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Guasave, Sinaloa. <http://mapserver.inegi.gob.mx/webdocs/prontuario/25011.pdf>. 07 de Marzo del 2011.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Información Geográfica. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Elota, Sinaloa. <http://mapserver.inegi.gob.mx/webdocs/prontuario/25008.pdf>. 17 de Marzo del 2011.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Información Geográfica. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Navolato, Sinaloa. <http://mapserver.inegi.gob.mx/webdocs/prontuario/25011.pdf>. 07 de Marzo del 2011.

VI. MEDIDAS DE MONITOREO Y BIOSEGURIDAD A REALIZAR

VI.a Medidas de monitoreo:

VI.a.1 Plan de monitoreo detallado

Se realizarán las siguientes actividades de monitoreo desde la siembra hasta la cosecha:

- 1.- Se realizará monitoreo de la germinación de la semilla.
- 2.- Se realizará monitoreo (cada 4 semanas) de enfermedades, insectos y plagas. Si el ataque de plagas llega al 10 – 15 %, se realizará una aplicación de insecticida.
- 3.- Se realizará el monitoreo (cada 4 semanas) de plantas voluntarias en los alrededores de los sitios de liberación.

VI.a.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 de la zona o zonas donde se pretenda realizar la liberación, cuando existan

Se realizarán las siguientes actividades de monitoreo después de la liberación:

- 1.- Se hará la búsqueda de plantas voluntarias mismas que serán destruidas por trituración, entierro profundo, incorporación al suelo o tratamiento con herbicida.
- 2.- Se realizará monitoreo cada 2 semanas durante un mes posterior a la cosecha, y cada 4 semanas durante 6 meses (siguiente ciclo), para detectar la germinación de plantas voluntarias.
- 3.- Todas las plantas voluntarias serán destruidas antes de la floración por trituración, entierro profundo, incorporación al suelo o tratamiento con herbicida.

VI.a.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.

Es posible detectar el evento DAS-01507-1 mediante cualquiera de los dos siguientes métodos:

Método de detección en campo

La detección del OGM en campo se realiza con tiras de flujo lateral específicas para cada evento, las cuales proporcionan resultados visuales en 3 a 5 minutos.

Método de detección en laboratorio

Ver método de detección para el evento DAS-01507-1 validados por el Laboratorio de Referencia de la Comunidad Europea (CRL) en el Anexo 5.

VI.b Medidas de bioseguridad:

Se plantea establecer las siguientes medidas de bioseguridad y las que establezcan las autoridades competentes:

Empaque de la semilla

La semilla será empacada en bolsas de papel multi-capas, cerradas y cocidas, colocada en tarimas, y envuelta en por lo menos 6 capas de plástico para embalar. La semilla deberá ser transportada en vehículo cerrado.

Etiquetado

Cada contenedor interno (bolsa) debe llevar una etiqueta con la frase “Material regulado” (Figura 24). Esta práctica puede evitar la mezcla inadvertida de material regulado (GM) con material convencional. Las etiquetas contendrán los siguientes datos:

1. Número de Permiso para el movimiento dentro del país (cuando corresponda)
2. Número de Permiso para Importación y/o Certificado Fitosanitario (cuando corresponda)
3. Especie vegetal
4. Forma del material (por ejemplo, semilla, esqueje/vástago, tubérculo, planta entera)
5. Cualquier tratamiento de la semilla u otro tratamiento del material que pueda generar preocupaciones ante la exposición del trabajador.
6. Cantidad de material vegetal regulado.
7. Datos de la persona a contactar en el caso de una liberación accidental

ETIQUETA DE TRANSPORTE DE MATERIAL REGULADO (REGULATED MATERIAL TRANSPORTATION LABEL)	
Cantidad de semilla (Amount of seed) 2.36 Kg	Identificador Único del Evento (Event ID) DAS-01507-1xMON603-6
No. De Permiso de liberación (GM corn approval No.) B00.04.03.02.01.-8726 (Solicitud 11_2009)	Especie vegetal (Specie-Type) MAÍZ GENÉTICAMENTE MODIFICADO
Forma del Material (Type of material) SEMILLA	
Identifique cualquier tratamiento aplicado a la semilla (Chemical treatment) FLUDIOXINIL, METALAXYL	
Persona de contacto en caso de emergencia (Emergency contact) JUAN CARLOS MARTÍNEZ NICOLÁS	Teléfono (Phone number) 01 (33) 36 79 79 79

Figura 9. Ejemplo de etiqueta para los contenedores de semilla GM.

Almacenamiento temporal

- La semilla será almacenada en un lugar seguro donde se señalará que dentro del sitio se almacena material genéticamente modificado regulado (Figura 25).
- La semilla genéticamente modificada (GM) permanecerá separada de semilla no regulada con la finalidad de evitar la mezcla involuntaria.
- La semilla GM se mantendrá etiquetada (Figura 24) en todo momento.
- Se restringirá el ingreso al sitio de almacenamiento, solo tendrá acceso el personal autorizado.
- El sitio de almacenamiento será custodiado por personal de Pioneer.

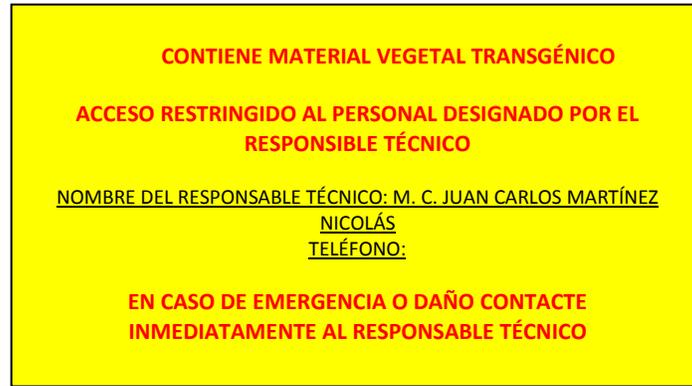


Figura 10. Señalización del sitio de almacenamiento temporal de semilla GM.

Aislamiento

El maíz GM se aislará con alguna de las siguientes medidas:

- i) 100 m a la redonda sembrados con cilantro, frijol, garbanzo, tomate o sorgo (ver Figura 1 del protocolo):
- ii) 15 días de desfase antes o después de la liberación de polen del maíz de cultivos aledaños a la parcela GM:

Garantiza la ausencia de flujo génico entre el cultivo GM y los cultivos de maíz convencional de los predios vecinos, ya que en las áreas agrícolas de riego propuestas para la liberación en Sinaloa se siembra maíz híbrido, que presenta un periodo de 4 a 5 días para la emisión de polen debido a la homogeneidad genética del cultivo, de manera que la probabilidad de flujo génico es extremadamente baja.

La aplicación de una u otra medida de aislamiento (temporal ó distancia) es suficiente para evitar flujo génico entre el maíz genéticamente modificado y maíz convencional.

Disposición final

El grano GM cosechado de la parcela de liberación en programa piloto será destinado a una reciba mediante agricultura por contrato.

El maíz 1507 cuenta con carta de no inconveniencia por la COFEPRIS, emitida el 23 de Septiembre del 2003 (ver Anexo 6).

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

En caso de presentarse una liberación no intencional de la semilla GM en sitios no permitidos, se notificará inmediatamente a las autoridades del SENASICA-SAGARPA. Se deberá recuperar la mayor cantidad posible del material vegetal transgénico; se delimitará y señalizará el área donde ocurrió la liberación no intencional y ésta será controlada de acuerdo con las recomendaciones de bioseguridad la empresa, del SENASICA-SAGARPA y de la PROFEPA-INE-SEMARNAT; se establecerá un programa de monitoreo por un periodo de un año a fin de identificar plántulas provenientes de maíz GM en el área de liberación no intencional, una vez detectadas se procederá a su destrucción. Todas las acciones correctivas adoptadas para resolver la liberación accidental deberán documentarse. Además, se deberá realizar un análisis de la situación para identificar las causas de la liberación no intencional y luego determinar los cambios que sea necesario implementar en las prácticas de manejo para que la situación no se vuelva a presentar.

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

En caso de que ocurriera una liberación no intencional se tomarán las “medidas para la erradicación del OGM en zonas distintas a las permitidas” (ver numeral VI.b.1).

Se adjunta (Anexo 10) el análisis de riesgo presentado en el país de origen y el análisis de riesgo basado en la NIMF (Norma Internacional para Medidas Fitosanitarias) n.º 11 de la FAO para el evento DAS-01507-1 que hace referencia a los Anexos de las solicitudes de liberación experimental de maíz DAS-01507-1 ingresadas en 2010 a SENASICA.

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

El maíz 1507 cuenta con carta de no inconveniencia por la COFEPRIS, emitida el 23 de Septiembre del 2003 (ver Anexo 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 AL ESPAÑOL.

La documentación oficial que acredita que el maíz DAS-01507-1 está desregulado en Estados Unidos se encuentra en el siguiente enlace:

http://www.aphis.usda.gov/brs/aphisdocs2/00_13601p_com.pdf

Se anexa (7) copia simple de la autorización por la USDA para el evento DAS-01507-1 y su respectiva traducción al español (8).

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

La propuesta de vigencia es de un año a partir de la fecha en que se otorgue el permiso de liberación al ambiente, debido a que el ciclo de siembra, los movimientos de importación de semilla y el cumplimiento de los requisitos regulatorios en conjunto suman aproximadamente ese periodo.