Solicitud de liberación experimental de maíz con la tecnología GA21 (MON-ØØØ21-9) en la Región Agrícola de Chihuahua durante el ciclo PV 2012.

Presentada ante el:

SENASICA – SAGARPA

por

Syngenta Agro S.A. de C.V.

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

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

INTRODUCCION

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

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

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

Además, en general, los agricultores que usan las nuevas variedades han tenido ahorros significativos en el costo de producción, y han incrementado el rendimiento1. Estos ahorros ocurrieron a pesar del incremento en el costo de las semillas y de los "aranceles tecnológicos" que fueron agregados por los semilleros para recuperar los gastos de investigación y desarrollo.

El maíz con la tecnología GA21 (MON-ØØØ21-9) fue adquirido por la compañía Syngenta y tiene la característica de ser tolerante a herbicidas, lo que les ofrece a los agricultores una mayor productividad al mismo tiempo que se reducen los costos de producción.

El maíz con la tecnología GA21 hace tolerantes a las plantas de maíz al herbicida glifosato. Este ingrediente activo inactiva la enzima 5-enolpyruvylshikimate-3-phosphate (EPSPS), que está involucrada en la biosíntesis de aminoácidos aromáticos. El maíz con la tecnología GA21 contiene un gen que no está presente en las plantas de maíz convencional: *mEPSPS*. Este gen es una versión modificada del gen del maíz nativo *EPSPS* que codifica una forma tolerante a

[1] http://www.ers.usda.gov/data/biotechcrops/

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

glifosato de la proteína EPSPS, conocida como *mEPSPS*. La expresión del gen *mEPSPS* está dirigida a los cloroplastos (el sitio de la actividad del glifosato) mediante la adición de un péptido de tránsito.

Estudios realizados por el Comité Asesor sobre las liberaciones al medio ambiente del Reino Unido (ACRE, por sus siglas en inglés) y la Agencia Europea para la Seguridad Alimentaria (EFSA) concluyeron que el maíz con la tecnología GA21 no supone ningún riesgo para la salud humana ni animal.

El maíz con la tecnología GA21 está permitido para su cultivo en los EE.UU., Canadá, Argentina, Brasil (pendiente de ratificación por la CNBS) y Japón. Además, está aprobado para consumo animal en los EE.UU., Canadá, Argentina, Sudáfrica, México, Japón, Filipinas, Rusia, la UE, Suiza (productos específicos elaborados), Taiwán, Corea y China, y para el uso y consumo humano en EE.UU., Canadá, Argentina, México, Japón, Sudáfrica, Rusia, la Unión Europea, Australia, Nueva Zelanda, Corea, Filipinas, Taiwán y China.

Tabla 1 Caracteristicas generales del evento derivado de biotecnología MON-000-9

Evento	*Gen*	Nombre	Organismo donador	Actividad biológica
GA21	*epsps*	5-enolpiruvil shikimato 3-fosfato sintasa	*Zea mays*	Confiere tolerancia a la aplicación de herbicida a base de glifosato

Información obtenida http://www.cera-gmc.org/?action=gm_crop_database

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

REQUISITOS DE INFORMACIÓN ARTÍCULO 71 DEL RLBOGM:

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

Syngenta Agro S.A de C.V.

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

Dr. Alvaro E. Munera Saldarriaga, Director de Cultivos de Campo
Q.A. Rocío Madrid Ayala, Gerente de Asuntos Regulatorios de Biotecnología
M. en C. Lydia González Trinidad, Coordinador Regulatorio de Biotecnología
México, D.F. 52-55-9183-9100
rocio.madrid_ayala@syngenta.com
lydia.gonzalez@syngenta.com

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

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

Solicitamos la liberación experimental al ambiente de la tecnología GA21 (MON-ØØØ21-9) en híbridos de maíz, en campo bajo la responsabilidad jurídica de Syngenta Agro S.A. de C.V. en la Región Agrícola de Chihuahua, durante el ciclo agrícola Primavera Verano (PV) 2012, para sembrar entre el Marzo-Abril PV, 2012.

Esta solicitud se presenta a la autoridad competente con el propósito de analizar los efectos de la tecnología MON-ØØØ21-9 en el manejo integrado de malezas asociadas al cultivo de maíz en la Región Agrícola del Norte de Chihuahua, a través de parcelas experimentales en condiciones que permitan obtener datos específicos para México.

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

- Aquellos que pretenden responder sobre los posibles riesgos a la diversidad biológica y al medio ambiente de acuerdo a la Ley y el Reglamento en esta liberación son:

a) Establecer las bases para un programa de Manejo Integral de malezas para la tecnología MON-ØØØ21-9 en maíz.

b) De acuerdo los análisis de riesgo y a los resultados de la liberación en fase experimental, verificar que las medidas de bioseguridad establecidas son pertinentes para posteriores liberaciones en fase experimental, e identificar las medidas que pudiesen ser aplicables en fase piloto.

- Aquellos que tienen que ver con:

a) Efectividad de la tecnología:

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

El objetivo principal del estudio es evaluar la efectividad biológica de la tecnología GA21 que incorpora la característica de tolerancia al herbicida glifosato, bajo las condiciones de campo en la Región Agrícola de Chihuahua ciclo PV 2012.

Los objetivos secundarios son: a) evaluar el costo beneficio y rentabilidad del uso de la tecnología en el manejo agronómico del cultivo del maíz en la Región Agrícola de Chihuahua y b) monitorear el efecto del herbicida glifosato sobre la tecnología y las malezas presentes en la parcela experimental.

b) Evaluación agronómica:

El objetivo principal del estudio es evaluar la adaptabilidad del germoplasma con tecnología a los ambientes de producción de maíz en la Región Agrícola de Chihuahua.

c) Control de maíz voluntario tolerante a glifosato en monocultivo de maíz en la Región Agrícola de Chihuahua:

El objetivo principal del estudio es identificar formas de control del maíz voluntario tolerante a glifosato (GT) en el cultivo de maíz como monocultivo:

- Controlar maíz voluntario GT en cultivo de maíz convencional.
- Controlar maíz voluntario GT en cultivo de maíz GT.

Para cumplir con los objetivos planteados en la presente solicitud, es necesario importar **6.1887** de semilla de maíz con la tecnología MON-ØØØ21-9 de acuerdo a los cálculos establecidos con base a los protocolos experimentales planteados.

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

De acuerdo al artículo 12 fracción I de la LBOGM la autoridad competente responsable de la emisión del permiso solicitado es la SAGARPA, quién ante el Registro Federal de Trámites de la Comisión Federal de la Mejora Regulatoria2 registró como responsable del trámite a:

Dirección General de Inocuidad Agroalimentaria, Acuícola y Pesquera del
Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria
Guillermo Pérez Valenzuela 127, Edificio Principal, Planta Baja
Colonia Del Carmen Coyoacán.
CP 04100, México, D.F.

Lugar y fecha

México, D.F.Septiembre, 2011

[2] http://www.cofemer.gob.mx/BuscadorTramites/DatosGenerales.asp?homoclave=SENASICA-04-030&modalidad=0&identificador=1418220&SIGLAS=SENASICA

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

ARTÍCULO 16 DEL RLBOGM

I. CARACTERIZACIÓN DEL OGM

Descripción general del maíz como cultivo:

El maíz es un pasto anual de porte alto (entre 2.5-4 m en promedio), es una planta monoica, ya que las inflorescencias masculinas y femeninas se encuentran en el mismo individuo. Posee un tallo erguido, rígido y sólido, está compuesto a su vez por tres capas: una epidermis exterior, impermeable y transparente, una pared por donde circulan las sustancias alimenticias y una médula de tejido esponjoso y blanco donde almacena reservas alimenticias, en especial azúcares. El tallo puede tener hasta 30-40 hojas dependiendo de la zona en la que se cultive y la variedad de que se trate, generalmente las variedades tropicales desarrollan más hojas comparado con las templadas. Algunas veces se desarrollan una o dos yemas laterales en la axila de las hojas en la mitad superior de la planta; estas terminan en una inflorescencia femenina la cual se desarrolla en una mazorca cubierta por hojas que la envuelven (totomoxtle); esta es la parte de la planta que almacena reservas. Cada mazorca puede medir dependiendo de la variedad entre 10-40 cm, consiste en un tronco u olote que está cubierta por filas de granos, entre ocho y treinta hileras (o carreras) (OCDE, 2003). La parte superior de la planta termina en una inflorescencia masculina o panícula; esta tiene una espiga central prominente y varias ramificaciones laterales con flores masculinas, todas las que producen abundantes granos de polen (Paliwal R.L. *et al*., 2001). El número de ramificaciones laterales varía considerablemente y una espiga puede llegar a tener hasta 30 o 40 espiguillas. ver figura 1.

- **Descripción general de la tecnología MON-ØØØ21-9 (GA21) en maíz**

La línea de maíz con la tecnología GA21 (*Zea mays* L.) se desarrolló por medio de transformación genética con el procedimiento de aceleración de partículas (biobalística, bajo la patente internacional PCT/US98/06640, Spencer et al., 1998), donde el ADN se precipita en partículas microscópicas de oro que son luego puestas sobre un macroportador y aceleradas a alta velocidad hacia las células vegetales objetivo en donde el ADN es depositado e incorporado al cromosoma.
Un único plásmido designado pDPG434, derivado de un vector pSK, que se usa habitualmente en biología molecular y deriva del plásmido pUC (Short et al. 1998), fue el utilizado en el evento de transformación. Este plásmido pDPG434 contiene el gen endógeno aislado de la línea donante de maíz AT-824 (suspensión de células) de la enzima 5-enol-piruvilshikimato-3-fosfato sintasa (proteína denominada mEPSPS), modificado por mutagénesis, denominado mepsps, e insertado dentro de la línea mejorada de maíz NL054B. Antes de la transformación, el plásmido vector fue tratado con la endonucleasa de restricción NotI para remover del fragmento los genes *bla*, *lac* y el origen de replicación ColE1. La expresión constitutiva del gen mepsps fue controlada por el promotor del gen actina1 del arroz, modulado por el primer intrón y exón del gen actina1 del arroz, el péptido de transición optimizado (PTO) derivado de maíz y girasol y la señal de poliadenilación del gen de la nopalina sintasa de *Agrobacterium tumefaciens*.

El plásmido pDPG434 también contenía el gen de la beta-lactamasa (*bla*), utilizado como un marcador para selección de células bacterianas transformadas. El gen bla codifica para la enzima beta-lactamasa, que confiere resistencia a algunos antibióticos beta-lactámicos, incluida la penicilina de espectro moderado y ampicilina. Este gen sin un promotor vegetal no se expresa en células vegetales. Otros componentes genéticos incorporados incluyeron un

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

gen no funcional lacZ, que codifica parte de la enzima beta-galactocidasa; y el origen de repetición derivado del plásmido de *E. coli*.

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.



Figure 904. 1–3. **Zea mays** Linnaeus, 玉蜀黍 yu shu shu. —1. Habit, showing terminal male inflorescence and lateral female inflorescence. —2. Raceme from male inflorescence. —3. Fruiting female inflorescence, enclosed in sheathing bracts. (FOC 650; FRPS 10(2): 287. 1997. —D. Erasmus; reproduced from N. L. Bor in C. C. Townsend, E. Guest & A. Al-Rawi (eds.), Fl. Iraq 9: pl. 215. 1968).

Figura 1 Esquema de la planta de maíz.

1) Hábito de la planta, planta de tallo erecto, mostrando la inflorescencia terminal masculina y la lateral femenina. 2) Racimo de la espiguilla de la inflorescencia masculina (panícula). 3) Fructificación de la inflorescencia femenina (mazorca) cubierta por las brácteas (totomoxtle).

Figura tomada de: http://www.tropicos.org/Image/85235

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

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

Siguiendo la metodología aprobada por el grupo de armonización de la regulación de la biotecnología de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD)[3], cuya nomenclatura estándar ha sido avalada por la Primera Reunión de las Partes que actúa como Conferencia de las Partes (COP-MOP1) en el Protocolo de Cartagena en Kuala Lumpur en 2004[4]; el identificador único registrado para el maíz con la tecnología GA21 es: MON-ØØØ21-9, mismo que puede ser consultado y revisado en las siguientes bases de datos: BioTrack Product Database y en el Centro de Intercambio de Información sobre Seguridad de la Biotecnología.[5]

b) Especies relacionadas con el OGM y distribución de éstas en México

El maíz pertenece al género *Zea* y se reconocen las siguientes especies del mismo género (Trópicos, 2009).
Reino: *Plantae*
División: *Magnoliophyta*
Clase: *Liliopsida* Scop.
Subclase: *Commelinidae* Takht.
Orden: *Poales* Small
Familia: Poaceae Barnhart
Género *Zea*
Sección *ZEA*

***Poaceae Zea mays* L. Sp. Pl. 2: 971-972 1753**

***Poaceae Zea mays* subsp. *mays* L.** (maíz) Se han descrito de acuerdo a varios autores entre 42 y 59 variedades nativas de maíz (también denominadas razas) en México.

A continuación se enlistan las razas enlistadas por CONABIO (2006) y Turrent A., *et al.*, (2004): Ancho, Apachito, Arrocillo, Arrocillo Amarillo, Arrocillo, Azul, Blandito, Blando de Sonora, Bofo, Bolita, Cacahuacintle, Carmen, Celaya, Chalqueño, Chapalote, Chiquito, Clavillo, Comiteco, Complejo Chihuahua Blanco, Complejo Serrano Jalisco, Conejo, Cónico, Cónico Norteño, Coscomatepec, Cristalino Chihuahua, Cubano Amarillo, Dulce de Jalisco, Dulcillo Noroeste, Dzit-Bacal, Elotes Cónicos, Elotes Occidentales, Elotero de Sinaloa, Fasciado, Gordo, Harinoso, Harinoso de Ocho, Jala, Lady Finger, Maíz Dulce, Maizón, Mixteco, Motozinteco,

[3] Documento consenso sobre los lineamientos para la designación de identificadores únicos para plantas trasngénicas. Visitar: http://appli1.oecd.org/olis/2002doc.nsf/43bb6130e5e86e5fc12569fa005d004c/fd7dd780ba22d433c125721f00598ce1/$file/jt03217233.pdf. Ver páginas 10-14.

[4] Visitar: http://www.cbd.int/doc/?mtg=MOP-01

[5] Centro de Intercambio de Información sobre Seguridad de la Biotecnología: http://bch.cbd.int/database/record-v4.shtml?documentid=14794
y BioTrack Product Database: http://www2.oecd.org/biotech/Product.aspx?id=MON-ØØØ21-9

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

Mushito, Nal-Tel, Nal-Tel de Altura, Negro Mixteco, Negro de Tierra Fría, Olotillo, Olotón, Olotón Imbricado, Onaveño, Palomero de Chihuahua, Palomero Toluqueño, Pepitilla, Ratón, Reventador, San Juan, Serrano Mixe, Serrano de Oaxaca, Tablilla, Tablilla de Ocho, Tabloncillo, Tabloncillo Perla, Tehua, Tepecintle, Tunicata, Tuxpeño Norteño, Tuxpeño, Vandeño, Xmejenal, Zamorano Amarillo, Zapalote Chico, Zapalote Grande

Poaceae Zea mays* subsp. *mexicana (Schrad.) H.H. Iltis Phytologia 23(2): 249 1972 (Teocintes anuales)

Raza Nobogame
Raza Mesa Central
Raza Durango
Raza Chalco

Poaceae Zea mays* subsp. *parviglumis H.H. Iltis & Doebley Amer. J. Bot. 67: 1001 1980 (Teocinte raza Balsas)

Poaceae Zea mays* subsp. *huehuetenangensis (H.H. Iltis & Doebley) Doebley Maydica 35: 148 1990 (Teocinte raza Huehuetenango)

Sección *LUXURIANTES* (Doebley & H.H. Iltis Amer. J. Bot. 67(10): 986 1980):

Poaceae Zea diploperennis H.H. Iltis, Doebley & R. Guzmán Science 203: 186 1979 (Teocinte perene)

Poaceae Zea luxurians (Durieu & Asch.) R.M. Bird Taxon 27(4): 363 1978 (antes denominado teocinte raza Guatemala)

Poaceae Zea nicaraguensis H.H. Iltis & B.F. Benz Novon 10(4): 382-389, f. 1-2 2000

Poaceae Zea perennis (Hitchc.) Reeves & Mangelsd. Amer. J. Bot. 29(10): 817 1942 (Teocinte perene)

En la tabla 2 se da un listado de los nombres cumunes con los cuales suele llamarase al teocintle, originario del maíz que hoy en día conocemos.

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

Tabla 2 Nombres Comunes para el teocinte

(Sánchez G. *et al*., 1998)

Nombre Común	Región
Acece	Chalco, Amecameca, Texcoco (Méx.)
Acecintle	Amatlán (Mor.)
Acecentli	Paso Morelos (Gro.)
Acintle	Mazatlán-El Salado (Gro.)
Atzitzintle	Estado de Guerrero
Cocoxle	San Cristóbal Honduras (Oax.)
Cundaz	Copándaro, Patambicho (Mich.)
Chapule (*Zea diploperennis*)	Cuzalapa (Jal.)
Maicillo	Nabogame (Chih.), Durango
Maíz silvestre	Nabogame (Chih.)
Maíz chapulín	El Chino (Jal.)
Maíz tuscato	Colorines-Zuluapan (Méx.)
Maíz de pájaro	Guerrero, Michoacán, Naranjos de En medio (Jal.)
Maíz de huiscatote	Guerrero
Maíz de cuitzcatuto	Palmar Chico, Méx.
Maíz camalote	Tzitzio (Mich.)
Maíz de guajolote	Zacatongo El Tablillo (Jal.)
Maíz pata de mula	La Estancia (Jal.)
Maíz de coyote	El Bajío (Jalisco, Michoacán, Guanajuato)
Maíz de cuervo	Quexpan-Las Raíces (Jal.)
Maíz cimarrón	Sureste de Puebla
Maíz forrajero	Valle de Toluca
Maíz del Indio	Naranjos de Enmedio (Jal.)
Milpilla (para perennes y anuales)	Villa Purificación (Jal.), Amatlán de Cañas(Nay.)
Milpa de zorra	Malinalco (Méx.)
Milpa de rata	El Saucito (Jal.)
Milpa de tapacaminos	Villa Purificación (Jal.)

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

Los parientes silvestres más cercanos del género *Zea*, son las especies del género *Tripsacum*, comprendido por dos secciones: *FASCICULATA* y *TRIPSACUM (*OCDE, 2003). A continuación se enlistan las especies del género (Trópicos, 2009):

Reino: *Plantae*
División: *Magnoliophyta*
Clase: *Liliopsida* Scop.
Subclase: *Commelinidae* Takht.
Orden: *Poales* Small
Familia: *Poaceae* Barnhart
Género: *Tripsacum* L.

Poaceae Tripsacum andersonii J.R. Gray Phytologia 33(3): 204, f. 1 1976
Poaceae Tripsacum australe H.C. Cutler & E.S. Anderson Ann. Missouri Bot. Gard. 28(4): 259, f. 2 1941
Poaceae Tripsacum bravum J.R. Gray Phytologia 33(3): 206, f. 3 1976
Poaceae Tripsacum cundinamarcae de Wet & Timothy Amer. J. Bot. 68(2): 274, f. 6 1981
Poaceae Tripsacum dactyloides (L.) L. Syst. Nat. (ed. 10) 1261 1759
Poaceae Tripsacum floridanum Porter ex Vasey Contr. U.S. Natl. Herb. 3(1): 6 1892
Poaceae Tripsacum intermedium de Wet & J.R. Harlan Amer. J. Bot. 69(8): 1255 1982
Poaceae Tripsacum jalapense de Wet & Brink Amer. J. Bot. 70(8): 1141, f. 3 1983
Poaceae Tripsacum lanceolatum Rupr. ex E. Fourn. Mexic. Pl. 2: 68 1886
Poaceae Tripsacum latifolium Hitchc. Bot. Gaz. 41(4): 294-295 1906
Poaceae Tripsacum laxum Nash N. Amer. Fl. 17: 81 1909
Poaceae Tripsacum maizar Hern.-Xol. & Randolph Folleto Técn. Of. Estud. Espec. México 4: 7 1950
Poaceae Tripsacum manisuroides de Wet & J.R. Harlan Amer. J. Bot. 69(8): 1255 1982
Poaceae Tripsacum peruvianum de Wet & Timothy Amer. J. Bot. 68(2): 275, f. 7, 8 1981
Poaceae Tripsacum pilosum Scribn. & Merr. Bull. Div. Agrostol., U.S.D.A. 24: 6, f. 1 1901
Poaceae Tripsacum zopilotense Hern.-Xol. & Randolph Folleto Técn. Of. Estud. Espec. México 4: 22 1950

- ***Distribución de maíz:***

La distribución del maíz en México a nivel general, se presenta de acuerdo a la recopilación de reportes de colecta de maíces nativos (Turrent A., *et al.*, 2004).

- **Aguascalientes:** Celaya, Cónico, Cónico Norteño, Chalqueño, Elotes Cónicos

- **Baja California Sur:** Tabloncillo Perla, Tuxpeño

- **Campeche:** Clavillo, Dzit-Bacal, Nal-Tel

- **Chihuahua:** Apachito, Azul, Blandito, Bolita, Celaya, Cónico, Cónico Norteño, Cristalino de Chihuahua, Chalqueño, Dulcillo del Noroeste, Gordo, Harinoso de Ocho, Lady Finger, Maíz Dulce, Maizón, Palomero, Palomero de Chihuahua, Reventador, San Juan, Tabloncillo, Tabloncillo Perla, Tehua, Tuxpeño, Tuxpeño Norteño.

- **Chiapas:** Celaya, Clavillo, Comiteco, Cónico, Dzit-Bacal, Elotes Occidentales, Motozinteco, Nal-Tel, Nal-Tel de Altura, Olotillo, Olotón, Tabloncillo Perla, Tehua, Tepecintle, Tuxpeño, Vandeño, Zapalote Chico, Zapalote Grande.

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

- **Coahuila**: Celaya, Cónico Norteño, Elotes Occidentales, Ratón, Tehua, Tuxpeño, Tuxpeño Norteño.
- **Colima**: Jala, Reventador, Tabloncillo, Tabloncillo Perla, Tuxpeño, Vandeño.
- **Durango:** Blandito, Blandito de Sonora, Bofo, Bolita, Celaya, Cónico, Cónico Norteño, Cristalino de Chihuahua, Chalqueño, Dulcillo del Noroeste, Elotes Occidentales, Gordo, Pepitilla, Reventador, San Juan, Tablilla, Tabloncillo, Tabloncillo Perla, Tunicata, Tuxpeño,
- **Guerrero**: Ancho, Conejo, Elotes Cónicos, Elotes Occidentales, Mushito, Nal-Tel, Olotillo, Pepitilla, Reventador, Tabloncillo, Tepecintle, Tuxpeño, Vandeño.
- **Guanajuato:** Tuxpeño, Celaya, Cónico, Cónico Norteño, Chalqueño, Elotes Cónicos, Elotes Occidentales, Reventador, Maíz Dulce, Mushito, Fasciado
- **Hidalgo**: Arrocillo, Arrocillo Amarillo, Bolita, Cacahuacintle, Celaya, Cónico, Cónico Norteño, Chalqueño, Dzit-Bacal, Elotes Cónicos, Elotes Occidentales, Mushito, Olotillo, Olotón, Tuxpeño.
- **Jalisco**: Azul, Bolita, Bofo, Celaya, Complejo Serrano de Jalisco, Cónico, Cónico Norteño, Chalqueño, Dulce de Jalisco, Elotes Cónicos, Elotes Occidentales, Harinoso de Ocho, Jala, Maíz Dulce, Pepitilla, Reventador, San Juan, Tablilla de Ocho, Tabloncillo, Tabloncillo Perla, Tuxpeño, Vandeño, Zamora, Zamorano Amarillo.
- **México**: Ancho, Arrocillo Amarillo, Azul, Bolita, Cacahuacintle, Celaya, Cónico, Cónico Norteño, Chalqueño, Elotes Cónicos, Palomero, Palomero Toluqueño, Pepitilla, Tuxpeño.
- **Michoacán**: Cacahuacintle, Celaya, Conejo, Cónico, Cónico Norteño, Chalqueño, Dzit-Bacal, Elotes Cónicos, Elotes Occidentales, Maíz Dulce, Mushito, Olotillo, Palomero, Pepitilla, Reventador, Tabloncillo, Tuxpeño, Vandeño, Zamora, Zamorano Amarillo.
- **Morelos:** Ancho, Chalqueño, Olotillo, Pepitilla, Tabloncillo, Tuxpeño, Tuxpeño Norteño, Vandeño.
- **Nayarit:** Bofo, Celaya, Cónico, Cónico Norteño, Elotes Occidentales, Harinoso de Ocho, Jala, Maíz Dulce, Olotillo, Reventador, Tablilla de Ocho, Tabloncillo, Tabloncillo Perla, Tuxpeño, Vandeño.
- **Nuevo León:** Cónico Norteño, Tablilla de Ocho, Tabloncillo, Tuxpeño.
- **Oaxaca**: Bolita, Tuxpeño, Celaya, Cónico, Cónico Norteño, Chalqueño, Elotes Cónicos, Olotillo, Vandeño, Nal-Tel, Nal-Tel de Altura, Mushito, Tepecintle, Olotón, Conejo, Zapalote Chico, Zapalote Grande
- **Puebla:** Arrocillo, Arrocillo Amarillo, Bolita, Cacahuacintle, Celaya, Cónico, Cónico Norteño, Chalqueño, Elotes Cónicos, Elotes Occidentales, Mushito, Olotillo, Palomero, Pepitilla, Tuxpeño.
- **Quintana Roo:** Dzit-Bacal, Nal-Tel, Olotillo, Tepecintle, Tuxpeño

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

- **Querétaro**: Bofo, Celaya, Cónico, Cónico Norteño, Chalqueño, Elotes Cónicos, Fasciado, Onaveño, Tuxpeño
- **Sinaloa:** Blandito de Sonora, Chapalote, Dulcillo del Noroeste, Harinoso, Harinoso de Ocho, Lady Finger, Maíz Dulce, Onaveño, Reventador, San Juan, Tabloncillo, Tabloncillo Perla, Tuxpeño.
- **San Luis Potosí**: Celaya, Cónico, Cónico Norteño, Chalqueño, Dzit-Bacal, Elotes Cónicos, Elotes Occidentales, Harinoso de Ocho, Olotillo, Tabloncillo, Tuxpeño.
- **Sonora:** Blandito de Sonora, Chapalote, Dulcillo del Noroeste, Harinoso de Ocho, Lady Finger, Nal-Tel, Onaveño, Reventador, San Juan, Tabloncillo, Tabloncillo Perla, Tuxpeño.
- **Tabasco:** Nal-Tel, Olotillo, Tuxpeño, Vandeño, Zapalote Grande
- **Tamaulipas:** Dzit-Bacal, Carmen, Ratón, Tuxpeño, Tuxpeño Norteño
- **Tlaxcala**: Arrocillo, Arrocillo Amarillo, Cacahuacintle, Cónico, Chalqueño, Elotes Cónicos, Palomero, Palomero Toluqueño.
- **Veracruz**: Arrocillo Amarillo, Bolita, Cacahuacintle, Celaya, Cónico, Cónico Norteño, Coscomatepec, Chalqueño, Dzit-Bacal, Elotes Cónicos, Elotes Occidentales, Mushito, Nal-Tel, Olotillo, Olotón, Palomero, Pepitilla, Tepecintle, Tuxpeño.
- **Yucatán**: Dzit-Bacal, Nal-Tel, Olotillo, Tepecintle, Tuxpeño, Xmejenal, Zapalote Chico.
- **Zacatecas**: Bofo, Bolita, Celaya, Cónico, Cónico Norteño, Chalqueño, Dulce de Jalisco, Dulcillo del Noroeste, Elotes Cónicos, Elotes Occidentales, Maíz Dulce, San Juan, Tablilla, Tablilla de Ocho, Tabloncillo

- ***Distribución de teocintes:***

De acuerdo a Sánchez González *et al*., 1998, se ha documentado la existencia de cincuenta poblaciones de teocintes en México, tomando en consideración los datos existentes a la fecha de la publicación. A continuación se enlistan las zonas de distribución conocidas, en las figura 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 10 se puede apreciar la distribucíon del teocintle en territorio mexicano.

- **Valle de Nobogame, Chihuahua.** Valle situado en la Sierra Madre Occidental al noroeste de Guadalupe y Calvo, al sur del estado de Chihuahua. El teocinte de la raza Nobogame se encuentra creciendo entre el maíz, así como a las laderas de los arroyos Nobogame, Tarahumara y Tejamanil. Adicionalmente existe evidencia de dos poblaciones en otras zonas del estado de Chihuahua, en la Barranca de Urique y en las cercanías del río Papigochic. Situación de las poblaciones a 1998: Estable

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

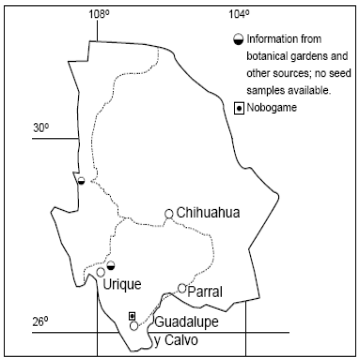


Figura 2: Distribución de teocinte raza Nobogame en Chihuahua.

Tomada de: Sánchez- González J.J *et al.,* 1997

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

- **Valle de Guadiana, Durango.** Valle del Altiplano Mexicano, en los alrededores de la Ciudad de Durango. Las poblaciones de la raza Mesa Central se encuentran en las localidades conocidas como "Hacienda de Dolores-Puente Dalila" y "Puente Gavilanes". Situación de las poblaciones a 1998: En riesgo probable.

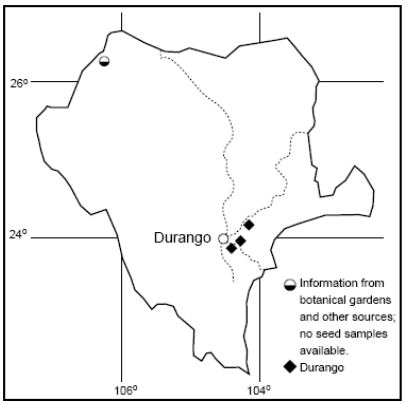


Figura 3 Distribución de teocinte en Durango.

Tomada de: Sánchez- González J.J *et al.,* 1997

- **Occidente de México.** En esta región se encuentran poblaciones de los teocintes perenes, *Z. perennis*, en el Nevado de Colima y *Z. diploperennis*, que se encuentra en la Sierra de Manantlán. También se distribuye el teocinte anual raza Balsas; en la Costa Sur, en el este del Lago de Chapala, en la Cuenca de los ríos Ameca y Atenguillo y en la zona de Lagos de Moreno.

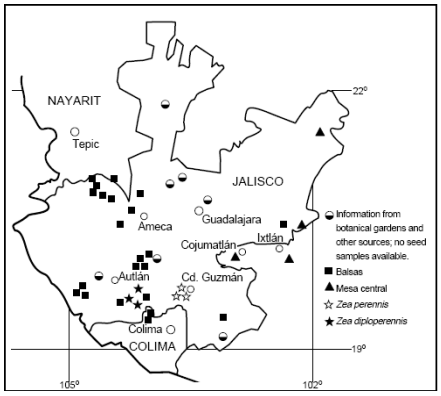


Figura 4 Distribución de teocinte en el occidente de México.

Tomada de: Sánchez- González J.J *et al.,* 1997

- **El Bajío.** Región del Altiplano Mexicano que comprende zonas de los estados de Guanajuato y Michoacán se distribuyen teocintes de las razas Balsas y Mesa Central. En Guanajuato se han identificado claramente dos poblaciones al noroeste del estado en Manuel Doblado y al sur en Yuriria, Moroleón-Uriangato y Pinícuaro. Existen reportes sin precisar localización exacta en Querétaro. En Michoacán se distribuyen en cinco zonas bien definidas. Situación de las poblaciones a 1998: Indeterminado, vulnerable.

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

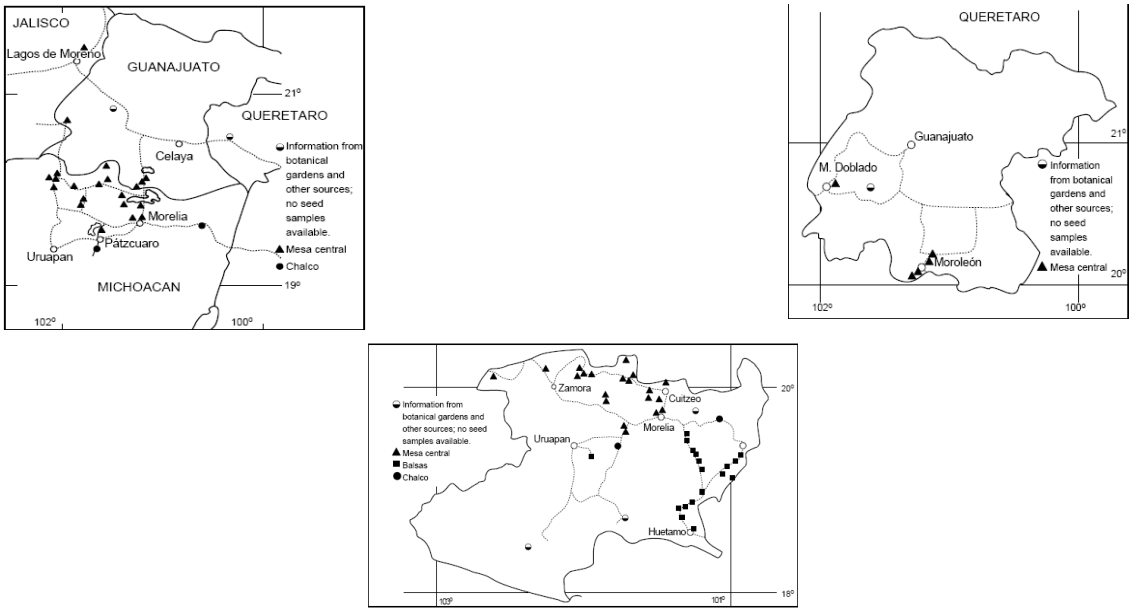


Figura 5 a, b y c: Distribución de teocinte en los estados del Bajío en México.

Tomada de: Sánchez- González J.J *et al.,* 1997

- **Valle de México y sureste de Puebla.** Esta región forma parte de la porción sur del Altiplano Mexicano. En esta zona se distribuyen las razas Chalco y Balsas. Se encuentran distribuidos en el estado de México en los municipios de Los Reyes, Chalco, Amecameca, Texcoco, Teptlixpa, Ocoyoacac, Chapultepec y Toluca. En el Distrito Federal se encuentran en San Mateo, San Antonio Tecomil y Xochimilco. En Puebla se distribuyen en Cd. Serdán, San Salvador el Seco y en los Llanos de San Andrés y los Llanos de San Juan. Es importante destacar que en esta región *Zea mays* subsp. *mexicana* crece casi exclusivamente como maleza. Situación de las poblaciones a 1998: Estable, sin embargo las de Los Reyes y Chalco, en alto riesgo por la urbanización.

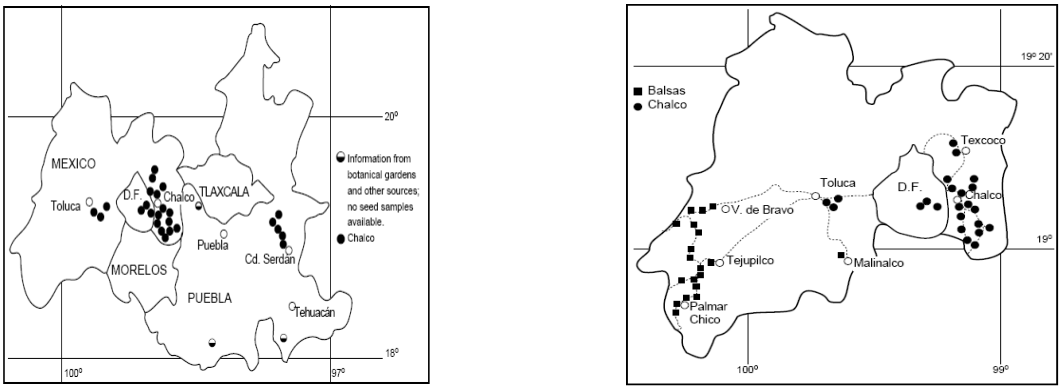


Figura 6 a y b: Distribución de teocinte en el Valle de México, Puebla y Tlaxcala.

Tomada de: Sánchez- González J.J *et al.,* 1997

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

- **Cuenca del Balsas.** Zona comprendida entre la Sierra Madre del Sur y la Cordillera Neovolcánica. Se comprenden los estados de Morelos, parte de Jalisco, Michoacán, Guerrero, Puebla y Oaxaca. En esta Cuenca se encuentran las poblaciones más grandes de teocinte en México. Situación de las poblaciones a 1998: En riesgo

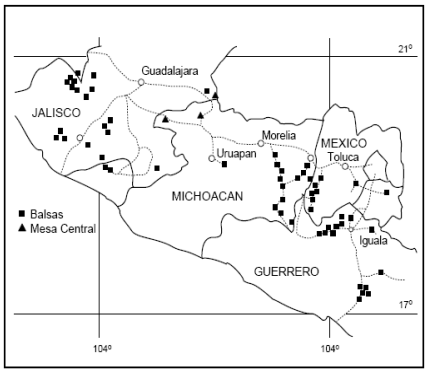


Figura 7 Distribución de teocinte en la Cuenca del Río Balsas.

Tomada de: Sánchez- González J.J *et al.,* 1997

- **Guerrero:** sur de Chilpancingo y Tierra Colorada; norte de Iguala; ruta Teloloapan-Arcelia; Paso Morelos y en las cercanías de Ayutla.

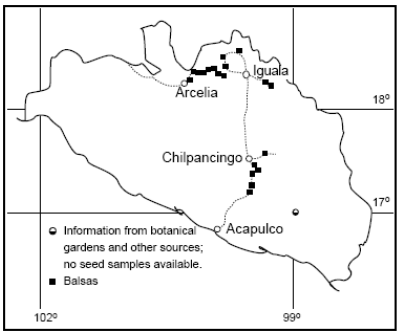


Figura 8 Distribución de teocinte en el estado de Guerrero.

Tomada de: Sánchez- González J.J *et al.,* 1997

- **Michoacán:** cuenca del Río Cutzamala y suroeste de Zitácuaro.

- **Estado de México:** Valle Bravo en los Colorines; El Sitio, el Aguacate, Palmar Chico y Las Anonas; en Malinalco se encuentra una población aislada.

- **Morelos:** Tepoztlán, en los poblados de Amatlán y Huilotepec.

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

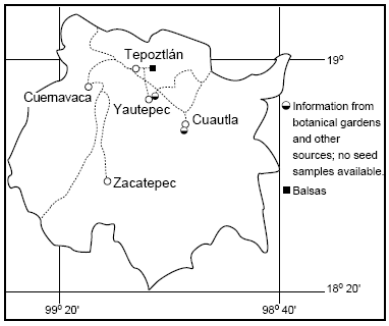


Figura 9 Distribución de teocinte en el estado de Morelos.

Tomada de: Sánchez- González J.J *et al.,* 1997

- **Oaxaca.** Hasta el momento se conocen tres poblaciones; San Agustín Loxicha, San Pedro Juchatengo, y reportes pero no necesariamente colectas para la zona Mixe.

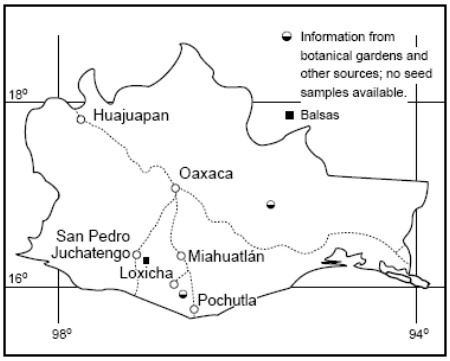


Figura 10 Distribución de teocinte en el estado de Oaxaca.

Tomada de: Sánchez- González J.J *et al*., 1997.

- ***Distribución de Tripsacum:***

De acuerdo a los reportes en la base de datos de Trópicos (2009), las especies del género *Tripsacum* se distribuyen en:

- ***Tripsacum andersonii***: Belice, Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Guayana Francesa, Guatemala, Guyana, Honduras, Nicaragua, Panamá, Perú, Surinam, Venezuela, **México: Chiapas, Campeche y Veracruz**

- ***Tripsacum australe: Bolivia***, Brasil, Colombia, Ecuador, Guayana Francesa, Guyana, Paraguay, Perú, Surinam, Venezuela. **No se distribuye en México**

- ***Tripsacum bravum:*** **México: Guerrero, Jalisco, Estado de México y Nayarit.**

- ***Tripsacum cundinamarcae:*** Colombia. **No se distribuye en México**

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

- ***Tripsacum dactyloides:*** Belice, Bolivia, Brasil, Colombia, Cuba, Costa Rica, Ecuador, Estados Unidos de Norteamérica, Guayana Francesa, Guatemala, Guyana, Honduras, India, Nicaragua, Panamá, Paraguay, República Dominicana, Sudáfrica, Surinam, Venezuela, **México: Aguascalientes, Chiapas, Coahuila, Distrito Federal, Durango, Guerrero, Jalisco, Estado de México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí, Tamaulipas y Yucatán.**

- ***Tripsacum floridanum:*** Cuba, Estados Unidos y **México: Tamaulipas**

- ***Tripsacum intermedium:*** Guatemala, Honduras y **México: Chiapas y Guerrero**

- ***Tripsacum jalapense:*** El Salvador, Guatemala y **México: Chiapas**

- ***Tripsacum lanceolatum:*** Estados Unidos, Guatemala, Honduras, Panamá y **México: Aguascalientes, Baja California, Baja California Sur, Chihuahua, Durango, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora y Zacatecas.**

- ***Tripsacum latifolium:*** Belice, Bolivia, Cuba, Costa Rica, El Salvador, Estados Unidos de Norteamérica, Guatemala, Haití, Honduras, Islas Leenward, Nicaragua, Panamá, Puerto Rico, República Dominicana, Surinam, Trinidad, **México: Chiapas, Michoacán, Oaxaca, Puebla, y Yucatán.**

- ***Tripsacum laxum:*** Belice, Brasil, Colombia, Cuba, Costa Rica, El Salvador, Estados Unidos de Norteamérica, Filipinas, Guayana Francesa, Guatemala, Islas Vírgenes, Jamaica, Panamá, Puerto Rico, República Dominicana, Sri Lanka, **México: Chiapas, Colima, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Morelos, Oaxaca, y Veracruz.**

- ***Tripsacum maizar:*** Costa Rica, Guatemala, **México: Chiapas, Colima, Guerrero, Jalisco, Estado de México, Michoacán, Nayarit, Oaxaca y San Luis Potosí.**

- ***Tripsacum manisuroides:*** **México: Chiapas**

- ***Tripsacum peruvianum:*** Ecuador y Perú. **No se distribuye en México**

- ***Tripsacum pilosum:*** Guatemala, Honduras**, México: Chiapas, Chihuahua, Colima, Durango, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca y San Luis Potosí.**

- ***Tripsacum zopilotense:*** Guatemala, **México: Chiapas, Chihuahua, Guanajuato, Guerrero, Jalisco, Estado de México, Michoacán, Puebla, San Luis Potosí, Sinaloa, Tlaxcala y Zacatecas.**

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

c) Especificación de la existencia de especies sexualmente compatibles en México

Con el fin de poder identificar de forma más adecuada a las especies sexualmente compatibles del maíz, es importante tomar en consideración algunos elementos básicos de la biología reproductiva del cultivo, los niveles de ploidía de los parientes silvestres, así como sus aspectos biológico-morfológicos y la compatibilidad sexual entre ellos. A continuación se hace un resumen de toda esta información.

Biología Reproductiva del maíz

- **Morfología del maíz y reproducción sexual:**

  La morfología y el desarrollo del maíz se han descrito en seis fases (tomado de Paliwal R.L. *et al*., 2001):

- **Plántula**: La semilla se siembra en suelo húmedo, absorbe agua y comienza a hincharse, la semilla empieza a germinar en dos o tres días. En el invierno o en condiciones de bajas temperaturas del suelo como en las tierras altas, el proceso se demora y la emergencia de la radícula puede ocurrir a los seis u ocho días, dependiendo de la temperatura del suelo. Cuando se inicia la germinación, la coleorriza se elonga y sale a través del pericarpio; después aparece la radícula a través de la coleorriza. Inmediatamente después de la emergencia de la radícula también emergen tres o cuatro raíces seminales. Al mismo tiempo o muy pronto después, la plúmula cubierta por el coleoptilo emerge en el otro extremo de la semilla; el coleoptilo es empujado hacia arriba por la rápida elongación del mesocotilo, el cual empuja al naciente coleoptilo hacia la superficie de la tierra. Cuando el extremo del coleoptilo surge a través de la superficie de la tierra, cesa la elongación del mesocotilo, emerge la plúmula a través del coleoptilo y esta aparece sobre la tierra. El maíz se siembra normalmente a una profundidad de 5 a 8 cm si las condiciones de humedad son adecuadas. Esto da lugar a una emergencia de las plántulas rápida y uniforme, en cuatro o cinco días después de la siembra.

- **Sistema radicular:** Las raíces seminales se desarrollan a partir de la radícula de la semilla a la profundidad a la que ha sido sembrada. El crecimiento de esas raíces disminuye después que la plúmula emerge por encima de la superficie del suelo y virtualmente detiene completamente su crecimiento en la etapa de tres hojas de la plántula. Las primeras raíces adventicias inician su desarrollo a partir del primer nudo en el extremo del mesocotilo. Un grupo de raíces adventicias se desarrolla a partir de cada nudo sucesivo hasta llegar a entre siete y diez nudos, todos debajo de la superficie del suelo. Estas raíces adventicias se desarrollan en una red espesa de raíces fibrosas. El sistema de raíces adventicias es el principal sistema de fijación de la planta y además absorbe agua y nutrimentos. El sistema de raíces adventicias seminales constituye cerca del 52% y el sistema de nudos de las raíces es el 48% de la masa total de raíces de la planta de maíz. Algunas raíces adventicias o raíces de anclaje emergen a dos o tres nudos por encima de la superficie del suelo; en algunos cultivares de maíz también se pueden desarrollar en un número mayor de nudos. La principal función de estas raíces es mantener la planta erecta y evitar su acame en condiciones normales.

- **Sistema caulinar-vegetativo:** Las plántulas de maíz son visibles sobre la superficie cuando tienen tres hojas si bien sus puntos de crecimiento están aún bajo tierra. En esta etapa la planta muestra un crecimiento vigoroso el cual se origina en un solo punto de

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

crecimiento que es el meristemo apical; todas las partes del tallo del maíz, tanto vegetativas como reproductivas, se producen a partir de este meristemo. El tallo consiste de cuatro estructuras básicas: los internudos, las hojas, el profilo y la yema o meristemo apical, que colectivamente son conocidas como el fitómero.

Cuando la planta tiene seis hojas abiertas, el punto de crecimiento y el primordio de la espiga ya han sobrepasado la superficie del suelo. Los internudos comienzan a elongarse rápidamente y la planta pasa a través de un período de rápido crecimiento y elongación.

- **Sistema caulinar-reproductivo:** El maíz es una planta monoica; desarrolla inflorescencias con flores de un solo sexo las que crecen siempre en lugares separados de la planta. La inflorescencia femenina o mazorca crece a partir de las yemas apicales en las axilas de las hojas y la inflorescencia masculina o panícula se desarrolla en el punto de crecimiento apical en el extremo superior de la planta. Inicialmente, ambas inflorescencias tienen primordios de flores bisexuales; durante el proceso de desarrollo los primordios de los estambres en la inflorescencia axilar abortan y quedan así solo las inflorescencias femeninas. Del mismo modo, los primordios de gineceos en la inflorescencia apical abortan y quedan entonces solo inflorescencias masculinas.

  El desarrollo de la panícula precede al de la mazorca y después que todos los primordios foliares se han iniciado, el meristemo apical se elonga y se transforma en un meristemo reproductivo masculino que se transformará a su vez en la panícula. Los internudos inician una fase de rápida elongación empujando el punto de crecimiento hacia arriba; si en este momento se disecta longitudinalmente una planta, se notarán los primordios de las yemas laterales en la axila de cada hoja. Muchas de estas no se desarrollarán y normalmente una o dos yemas laterales en la mitad superior de la planta llegarán a ser inflorescencias femeninas funcionales, o sean las mazorcas. El número de granos por fila en cada mazorca se determina en esta etapa temprana del desarrollo, pero el número de óvulos funcionales que se desarrollarán como granos se determina más tarde, aproximadamente una semana después de la emergencia de los estigmas. La mazorca superior muestra dominancia apical y sobrepasa a todas las mazorcas ubicadas inferiormente. En ese momento, el extremo de la mazorca aparece en la axila de la hoja que sostiene esa mazorca.

  El extremo de la panícula aparece después por encima del verticilo de hojas. El pedúnculo de la panícula crece vigorosamente en esta etapa, llevando la panícula al extremo, por encima de toda la planta. La panícula es una estructura ramificada que está formada por una espiga central. El número de ramificaciones laterales varía considerablemente y una espiga puede llegar a tener hasta 30 o 40 espiguillas.

  La formación de la yema axilar que genera la mazorca está cubierta con 12 a 14 hojas modificadas (totomoxtle). La formación que sostiene la mazorca se llama comúnmente caña y tiene nudos e internudos cortos aunque varía en longitud según las diversas razas o variedades de maíz.

- **Granos de polen y estigmas:** El polen de maíz es una estructura trinuclear; tiene una célula vegetativa, dos gametas masculinas y numerosos granos de almidón; su gruesa pared tiene dos capas, la exina y la intina y es bastante resistente. A causa de las diferencias de desarrollo entre las florecillas superiores e inferiores en las espiguillas

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

masculinas y la maduración asincrónica de las espigas, el polen cae continuamente de cada espiga por un período de una semana o más.

Los estigmas son la prolongación del canal del estilo de los óvulos maduros en la mazorca. Dependiendo de la longitud de la mazorca y de las hojas que las cubren, los estilos pueden crecer hasta 30 centímetros o más para llegar al extremo de las hojas de cobertura o totomoxtle. El desarrollo de las flores femeninas y de los óvulos en la mazorca es acropétalo, desde la base hacia arriba. Sin embargo, y debido probablemente a la fertilización más temprana, el desarrollo del grano comienza a cinco centímetros por encima de la base de la mazorca. El desarrollo de los estilos continúa por varios días y los estigmas aparecen en tres a cuatro días; permanecen receptivos y continúan creciendo por varios días más después de su emergencia por encima de las hojas de cobertura hasta que son polinizados, una vez que han sido polinizados se separan del óvulo y se secan.

Los estilos son húmedos y pegajosos y el grano de polen germina inmediatamente después de alojarse. El largo tubo polínico necesita 24 horas para recorrer todo el estigma y alcanzar el óvulo para fertilizarlo. El proceso de polinización y fertilización en el maíz tropical ocurre durante los días más cálidos del período de crecimiento. A causa de la variabilidad del tiempo en la temporada lluviosa en los trópicos, la duración del período de polinización es mayor que bajo condiciones de irrigación pero el tiempo cálido y húmedo no afecta negativamente ni la polinización ni la fertilización. Sin embargo, el tiempo cálido y seco afecta adversamente a los estambres los cuales se secan fácilmente dañando el crecimiento del tubo polínico y la fertilización.

La planta de maíz no presenta verdadera protandria -anteras que alcanzan la madurez antes que el gineceo- ya que el gineceo madura y los estilos son receptivos antes de aparecer fuera de las hojas de cobertura. Las anteras de las espiguillas de la parte superior de la espiga central salen fuera de las florecillas y comienzan a dejar caer polen antes que los estigmas emerjan por encima de las hojas de cobertura. Bajo condiciones óptimas para el crecimiento de la planta, el intervalo entre la antesis y la salida de los estigmas es de uno o dos días.

- **Frutos y Semillas:** El grano o fruto del maíz es una cariópside. La pared del ovario o pericarpio está fundida con la cubierta de la semilla o testa y ambas están combinadas conjuntamente para conformar la pared del fruto. El fruto maduro consiste de tres partes principales: la pared, el embrión diploide y el endospermo triploide. La parte más externa del endospermo en contacto con la pared del fruto es la capa de aleurona. La estructura del endospermo del maíz es muy variable y le da al grano distintas apariencias.

- **Polinización y dispersión del polen**

El polen del maíz es relativamente grande de 90-100 µm de diámetro y de forma esférica (Luna S.V. et al., 2001), se dispersa principalmente por viento (OCDE, 2003). El grano de polen al estar rodeado por una doble película compuesta de exina e intina, se encuentra relativamente bien protegido, sin embargo a temperaturas por arriba de 35°C al momento de la liberación del polen, puede provocar que los granos colapsen y se presente una baja producción de granos. Una planta de maíz puede producir más de 2 millones de granos de polen/día, resultando en un total de 6-25 millones de granos de polen/planta dependiendo de la variedad de que se trate (OGTR, 2008).

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

Los reportes de Luna y colaboradores en el 2001, llevados a cabo en Nayarit sobre la viabilidad del polen, indicaron que la producción de semilla puede disminuir hasta cero por ciento después de que el polen ha sido expuesto a condiciones atmosféricas debido a la deshidratación, ya que el 80 % del polen pierde viabilidad dentro de la primera hora de exposición, también observaron que con una alta humedad relativa se puede prevenir la pérdida de viabilidad ya que con altos índices de humedad relativa, la viabilidad del polen después de una hora de exposición ambiental, únicamente decrece en 58%, mientras que en condiciones de baja humedad relativa, la viabilidad decrece hasta un 96% en la primera hora. En el estudio que llevaron a cabo Baltazar B. et al., en 2005 observaron similarmente que entre el 68-84% del polen se deshidrata después de haber estado en contacto con la atmósfera durante una hora. El polen viable es blanco y esférico, mientras que el no viable es colapsado y de coloración amarillenta.

En otros estudios se ha observado que la viabilidad del polen es relativamente insensible a la radiación solar y que decrece más conforme se pierde humedad (OGTR, 2008).

El maíz normalmente sufre polinización cruzada, con una tasa de autofecundación de 5% (OGTR, 2008). Durante la polinización cruzada en condiciones normales, el polen es liberado de las anteras principalmente por las mañanas, en la antesis el polen se encuentra parcialmente deshidratado y continua deshidratándose de acuerdo se mueve por la atmósfera hasta que es interceptado por el estigma (Luna et al., 2001). La dehiscencia es continua durante una semana o más para cada planta, comenzando aproximadamente de uno a tres días antes de la emergencia de los estigmas.

A pesar del corto período en el que el grano individual del polen se mantiene viable, la dispersión espacial tanto en la dehiscencia del polen como en la emergencia de los estigmas dentro de un campo, provoca que la polinización cruzada entre un campo donador y uno receptor puede ocurrir en una ventana de tiempo de siete días.

La velocidad de dispersión horizontal del polen de maíz, se encuentra en el rango de 21-32 cm/s, dependiendo de qué tan deshidratado se encuentre el grano. En plantas en las que las espigas están a una altura de 2.5 m y los estigmas se encuentran alrededor de un metro de altura, se requiere una distancia de dispersión de 1.5 m para que se lleve a cabo la polinización entre plantas adyacentes, pudiendo tomar cinco segundos bajo condiciones ideales. El movimiento vertical del polen en condiciones de turbulencia puede extender la distancia de dispersión únicamente en áreas en las que la topografía lo favorece y limita la dispersión horizontal (Bannert et al., 2007).

La polinización mediada por insectos no ha sido reportada, aunque hay reportes de abejas visitando la espiga, no se ha reportado que también lo hagan en las inflorescencias femeninas, por lo que la polinización del maíz mediada por abejas se ha descartado completamente (OGTR, 2008).

- **Reproducción asexual del maíz**

No existen reportes de que en condiciones naturales el maíz se pueda reproducir por vía asexual, éste proceso únicamente se presenta bajo condiciones muy especiales de cultivo de tejidos *in vitro*. (OECD, 2003 y OGTR, 2008).

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

- **Niveles de Ploidía de maíz y sus parientes silvestres (OECD, 2003).**

Género Zea
Zea mays subsp. mays (2n = 20)
Zea mays subsp. mexicana (2n = 20))
raza Nobogame
raza Mesa Central
raza Durango
raza Chalco
Zea mays subsp. parviglumis (raza Balsas) (2n = 20)
Zea mays subsp. huehuetenangensis (raza Huehuetenango) (2n = 20?)
Zea diploperennis (teocinte perenne) (2n = 20)
Zea luxurians (2n = 20)
Zea nicaraguensis (2n = 20)
Zea perennis ((2n = 40)
Género Tripsacum
T. andersonii (2n = 64)
T. australe (2n = 36)
T. bravum (2n = 36, 72)
T. cundinamarcae (2n = 36)
T. dactyloides (2n = 72)
T. floridanum (2n = 36)
T. intermedium (2n = 72)
T. manisuroides (2n = 72)
T. latifolium (2n = 36)
T. peruvianum (2n = 72, 90, 108)
T. zopilotense (2n = 36, 72)
T. jalapense (2n = 72)
T. lanceolatum (2n = 72)
T. laxum (2n = 36?)
T. maizar (2n = 36, 72)
T. pilosum (2n = 72)

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

En la tabla 3 e enlistan las principales características biológico-reproductivas del maíz y sus parientes

Tabla 3 Comparación morfológica del maíz y sus parientes silvestres

Tomada de: Paliwal R.L. et al.,

Aspecto de la planta	Maíz	Teocinte	Tripsacum
Hábito	Anual	Anual y perenne con rizomas	Perenne con rizomas
Multiplicación	Por semillas	Por semillas y vegetativa	Vegetativa y por semillas
Sistema radicular	Estacional	Persistente y estacional	Persistente
Sistema caulinar	Tallo principal, pocos macollos	Con macollos y ramificado	Macollos abundantes y ramificado
Hojas	Anchas	Similar al maíz	Angostas a medio angostas
Inflorescencia lateral	Femenina	Predominantemente femeninas y algunas mezcladas	Mezclada
Inflorescencia terminal	Masculina, grande y dominante	Masculina, media	Mezclada
Espiguillas femeninas	Apareadas	Simples	Simples
Espiguillas masculinas	Apareadas	Apareadas	Apareadas
Mazorca	Muchas filas, cubierta	Dos filas, cubierta	Dos filas, descubierta
Fruto	Desnudo, no dehiscente	Con cubierta rígida, cupulado, dehiscente	Con cubierta rígida, dehiscente
Reproducción	Sexual	Sexual	Apomíctica y sexual
Semilla	Sin latencia	Latencia en algunos casos	Latencia
Hábito	Anual	Anual y perenne con rizomas	Perenne con rizomas
Multiplicación	Por semillas	Por semillas y vegetativa	Vegetativa y por semillas
Sistema radicular	Estacional	Persistente y estacional	Persistente
Sistema caulinar	Tallo principal, pocos macollos	Con macollos y ramificado	Macollos abundantes y ramificado
Hojas	Anchas	Similar al maíz	Angostas a medio angostas
Inflorescencia lateral	Femenina	Predominantemente femeninas y algunas mezcladas	Mezclada
Inflorescencia terminal	Masculina, grande y dominante	Masculina, media	Mezclada
Espiguillas femeninas	Apareadas	Simples	Simples
Espiguillas masculinas	Apareadas	Apareadas	Apareadas
Mazorca	Muchas filas, cubierta	Dos filas, cubierta	Dos filas, descubierta
Fruto	Desnudo, no dehiscente	Con cubierta rígida, cupulado, dehiscente	Con cubierta rígida, dehiscente
Reproducción	Sexual	Sexual	Apomíctica y sexual
Semilla	Sin latencia	Latencia en algunos casos	Latencia

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

En la figura 11 se puede observar esquemáticamente las diferencias en la arquitectura de la planta del maíz y el teocinte.

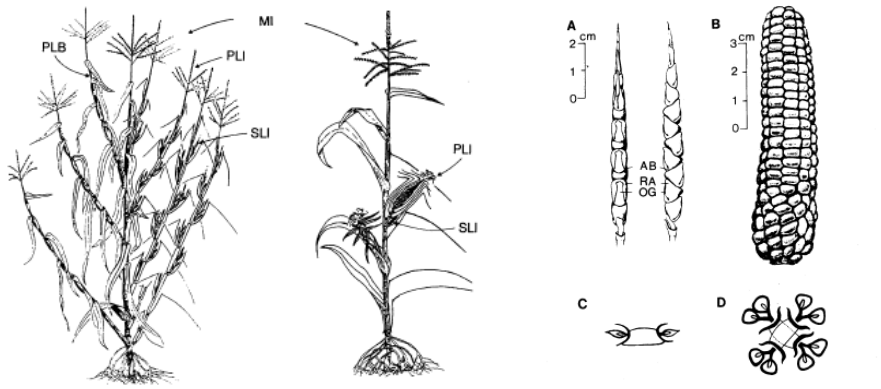


Figura 11 Esquemas de la arquitectura de la planta y de la mazorca del maíz y del teocinte

MI=Inflorescencia principal; PLI= Inflorescencia lateral primaria; PLB=Ramificación lateral primaria; SLI=Inflorescencia lateral secundaria; A=mazorca de teocinte; AB= capa de abscisión; RA= internudo del raquis; OG= gluma exterior; B=mazorca de maíz; C= corte transversal de la mazorca de teocinte, mostrando el segmento del raquis y una semilla por lado; D= corte transversal de la mazorca de maíz mostrando el raquis con cuatro pares de semillas para formar ocho líneas o carreras. Figuras tomadas de Doebley *et al.* 1990

- **Cruzas intra-específicas (OCDE, 2003)**

Como ya se mencionó anteriormente el maíz es una planta principalmente de polinización cruzaba (también llamada abierta). Hasta el siglo XX el maíz había evolucionado mediante variedades de polinización abierta, derivadas de una mezcla de individuos heterócigos y heterogéneos, desarrolladas por selección de las personas de diferentes civilizaciones existentes en América.

Ya se mencionó también que el polen del maíz es altamente promiscuo, y que la germinación ocurre casi inmediatamente a la polinización, para completar la fertilización casi un día después. Por todo esto, el maíz se entrecruza muy fácilmente, excepto por algunas variedades "reventadoras" y algunos híbridos que contienen alguno de los factores de incompatibilidad denominado "factor gametofítico" ga o las series alélicas Ga en el cromosoma cuatro. (Kermicle J.L., 2006).

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

- **Cruzas inter-específicas (OECD, 2003; OGTR, 2008)**

Existe compatibilidad sexual entre maíz y todos los teocintes anuales, siendo conocido que pueden formar híbridos fértiles, es decir que no hay compatibilidad con Z. *perennis* y tampoco existen evidencias de introgresión natural entre Z. *diploperennis* y maíz (Kato A y Sánchez J citados por Turrent A. *et al*., 2004).

En las áreas de México y Guatemala en las que hay cercanía geográfica, el maíz y el teocinte anual (Zea *mays* subsp. *mexicana* (2n = 20), raza Nobogame, raza Mesa Central, raza Durango y raza Chalco; Zea *mays* subsp. *parviglumis* (raza Balsas) (2n = 20)) pueden hibridizar. Se han reportado frecuencias de un híbrido F1 para la cruza (maíz x teocinte) por cada 500 plantas de maíz, en la región de Chalco en el Valle de México (Wilkes G., 1977). Se ha reportado en particular la hibridización espontánea entre Z. *mays* ssp. *mays* y los teocintes de *mexicana* y *parviglumis* (Ellstrand *et al*. 2007) siendo más común la introgresión con la subespecie *mexicana* (Fukunaga *et al*. 2005).

Los estudios de Kermicle *et al*. en 1990, mostraron que existe incompatibilidad fisiológica entre teocinte y maíz cuando el primero actúa como receptor de polen y el segundo como donador, esto es en la dirección opuesta en la que normalmente las cruzas son exitosas. Sin embargo, esta incompatibilidad se presentó entre algunas poblaciones de maíz y cierto tipo de teocinte (razas Chalco y Mesa Central), resultando en baja e inconsistente aptitud (en inglés "fitness") de alguno de los híbridos, previendo así una alta tasa de introgresión (Evans M.M.S., *et al* 2001). Determinaron también que la incompatibilidad entre teocinte y maíz esta bajo el control del gen Tcb 1 (teosinte crossing barrier 1) localizado en el brazo corto del cromosoma 4. Debido a la ausencia de polinización recíproca, Evans y su grupo sugieren que el gen Tcb1 podría jugar un rol significativo en el aislamiento reproductivo entre las poblaciones de maíz y teocinte simpátricas en México y Guatemala (ssp. *huehuetenangensis).*

- **Cruzas inter-genéricas (OGTR, 2008)**

- Aunque es extremadamente difícil de conseguir en condiciones naturales, las especies del género Tripsacum (T. dactyloides, T. floridanum, T. lanceolatum, y T. pilosum) pueden cruzar con el maíz, siempre y cuando el donador del polen sea Tripsacum y se reduzca el tamaño de los estilos del maíz. También se sabe que dependiendo de la especie de Tripsacum que se emplee como parental y los eventos que ocurran en las retrocruzas, se pueden obtener al menos 54 combinaciones de cromosomas. Con esto se puede lograr cierto éxito en la fertilización obteniéndose que los híbridos resultantes poseen un alto grado de esterilidad y son genéticamente inestables (Mangelsdorf, 1974).

- Los estudios de Galinat en 1988 (Citado por OECD, 2003) identificaban que, dado que los géneros Tripsacum y Zea poseen números cromosómicos diferentes (ver sección de Niveles de Ploidía de maíz y sus parientes silvestres), la adición de un cromosoma extra del Tripsacum en el genoma del maíz podría ocurrir en una baja frecuencia y consecuentemente la tasa de cruzamiento podría reducirse drásticamente. Sin embargo, a pesar de estos argumentos Eubanks 1995, 1998 (Citado por OECD, 2003) desarrolló un método asistido bajo condiciones muy controladas (es decir no espontáneo ni en condiciones naturales en campo) para introducir genes de Tripsacum en maíz. El método se basa en cruzar Tripsacum dactyloides con Zea diploperennis a fin de obtener un híbrido denominado tripsacorn, que se usa como puente para posteriormente generar híbridos de maíz tripsacorn. El uso de éste híbrido puente es con fines de mejoramiento agronómico de maíz a fin de conferir resistencia

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

a plagas, enfermedades, tolerancia a sequía, apomixis, totipotencialidad, perenialismo, adaptaciones a condiciones de suelo adversas o de atmósferas enriquecidas en dióxido de carbono así como y uniformidad agronómica al maíz.

Otras cruzas entre el género Tripsacum y teocintes de las subespecies de Z. mays no han sido exitosas (OGTR, 2008).

- La tribu Maydeae también incluye otros cinco géneros asiáticas (Coix, Sclerachne, Polytoca, Chionachne y Trilobachne) de los cuales solo existen reportes de que se hayan obtenido cruzas experimentales entre Z. mays con Coix lachryma-jobi (Harada et al. 1954, citado por OGTR, 2008). En este caso las semillas híbridas se obtuvieron únicamente en un 6% cuando Coix fue usado como parental femenino. No existen reportes actuales de hibridización espontánea (Búsqueda en literatura científica al 08/04/09).

- El maíz también se ha cruzado experimentalmente con otros miembros de la sub-familia Panicoideae: un único híbrido intergenérico entre Saccharum officinarum – tribu Andropogonae (2n = 80) y maíz fue obtenido con dos cromosomas B adicionales, usando maíz como el polen donador. (Janaki Ammal et al. 1972, citado por OGTR, 2008). El individuo obtenido, cuyas células contenían números cromosómicos variables entre 52 – 58, sobrevivió bajo condiciones no naturales con cuidados especiales.

- Otras cruzas intergenéricas experimentales no espontáneas, en las que se involucren al maíz se han llevado a cabo con miembros de la sub-familia Pooideae. (Kynast et al. 2001, citado por OGTR, 2008). Algunos ejemplos incluyen:

  - Maíz como donador de polen con trigo (*Triticum aestivum*) hexaploide (2n = 42)

  - Cruzas controladas con avena (*Avena sativa*) hexaploide (2n = 42). Los híbridos resultantes únicamente pueden sobrevivir después de rescate embrionario.

  - Cruzas experimentales asistidas con varios cereales, entre los que se encontraron cebada (*Hordeum vulgare*; 2n = 14) y centeno (*Secale cereale*; 2n = 14) como parentales femeninos, empleando maíz como donador de polen. En los tres casos no se obtuvieron híbridos fértiles.

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

d) Descripción de los hábitats donde el OGM puede persistir o proliferar en el ambiente de liberación

La modificación genética insertada en el OGM no cambia en nada el patrón de distribución geográfica o las necesidades agronómicas del maíz para desarrollarse, en comparación con su contraparte no modificada, por lo que las únicas áreas en las que el OGM se podrá desarrollar son aquellas áreas agrícolas en las que se maneje y se permita el desarrollo del cultivo.

A continuación se describe el ambiente propicio para el cultivo del maíz convencional no genéticamente modificado:

El maíz es una planta anual cuyo ciclo de vida depende de la variedad y el ambiente en que dicha variedad se desarrolle. El maíz no puede sobrevivir a temperaturas por debajo de los cero grados durante más de seis a ocho horas después de que se encuentra en la fase de 5 a 7 hojas, el daño por heladas dependen del rango de la temperatura por debajo de los cero grados, las condiciones del suelo, los residuos, la duración de las bajas temperaturas, el viento, la humedad relativa y el estado de desarrollo de la planta. Heladas ligeras durante la primavera tardía puede provocar que se "quemen" las hojas, sin embargo la extensión del daño usualmente no es tan grande como para lograr daño permanente, sin embargo el cultivo del maíz posee en estas condiciones una apariencia irregular debido a que el daño foliar por heladas permanece hasta la madurez.

El maíz típicamente crece en regiones templadas debido al nivel de humedad y a los días libres de heladas necesarios para alcanzar la madurez. El número de días libres de heladas indican la latitud a la que las variedades de maíz podrán desarrollarse. El maíz que posee madurez relativa de 100 a 115 días, es el que normalmente se siembra en la franja maicera de los Estados Unidos.

En las regiones tropicales la madurez relativa del maíz se modifica debido a los efectos de la altitud. Las variedades nativas de maíz de los trópicos generalmente poseen características diferentes a la de los cultivares modernos en cuanto a que las primeras poseen de tres a cinco mazorcas y vástagos axilares, mientras que en los segundos se suprimen las mazorcas bajas y los vástagos (OECD, 2003).

De acuerdo a Paliwel, para el caso de los países tropicales, la clasificación de los ambientes del maíz se basa en las mayores regiones climáticas que corresponden a las latitudes en que el mismo es cultivado. Los países o regiones comprendidas entre la línea ecuatorial y los 30° N y 30° S constituyen el ambiente tropical y el maíz cultivado en esa zona se conoce como maíz tropical. Las regiones que están entre los 30° y 34° Norte y Sur son clasificadas como ambientes subtropicales. En estas regiones se cultiva un gran rango de genotipos, tropicales o subtropicales, los últimos derivados de la introgresión de germoplasma tropical y templado.

El ambiente tropical se divide en tres categorías basadas en la altitud:

- tierras tropicales bajas, entre el nivel del mar y los 1,000 msnm,
- tierras tropicales medias, entre 1,000 y 1,600 msnm,
- tierras tropicales altas, a más de 1,600 msnm.

La mayor parte del germoplasma subtropical es cultivado en ambientes de altitud media y de ese modo ligado al ambiente subtropical. En consecuencia, los genotipos de maíz se clasifican en:

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

a) tropicales de tierras bajas;
b) sub-tropicales de tierras bajas y de media altitud, y
c) tropicales de tierras altas

Algunas características adicionales que influyen sobre la adaptación y la aceptación de los genotipos de maíz en un ambiente específico son:

a) la clase de madurez - tardía, intermedia, temprana y extra temprana, dependiendo del período de crecimiento y de la disponibilidad de humedad;

b) el tipo de grano preferido por los agricultores y los consumidores - duro, dentado o harinoso; y

c) el color del grano - blanco o amarillo.

Esta clasificación se encuentra en la tabla 4, la cual indica las distintas clases de madurez de germoplasma en los ambientes más importantes de las tierras bajas tropicales y sus tipos de granos. Una clasificación similar del maíz que crece en los ambientes subtropicales y de altitud media se presenta en la Tabla 4, 5 y 6.

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

Tabla 4. Maíces de tierras bajas tropicales y su madurez.

Adaptada de Paliwal R.L. et al., 2001

Clases de madurez	Días a la madurez	Tipo de grano
Extra-temprana	80 - 90	Blanco duro o blanco dentado
		Amarillo duro
Temprana	90 - 100	Blanco duro
		Blanco dentado
		Amarillo duro
		Amarillo dentado
Intermedia	100 - 110	Blanco duro
		Blanco dentado
		Amarillo duro
		Amarillo dentado
Tardía	110 - 130	Blanco duro
		Blanco dentado
		Amarillo duro
		Amarillo dentado

Tabla 5 Ambientes subtropicales y de altitud media con las áreas correspondientes a clases de madurez para varios tipos de grano.

Adaptada de Paliwal R.L. et al., 2001

Clases de madurez	Tipos de grano
Extra-temprana	No se siembra
Temprana	Blanco o amarillo, duro o dentado
Intermedia	Blanco duro, blanco dentado o amarillo duro o amarillo dentado
Tardía	Blanco duro, blanco dentado o amarillo duro o amarillo dentado

El CIMMYT publicó los estudios de Hartkamp, A.D., *et al* del 2000 en los que se refinaron la clasificación de los mega-ambientes del cultivo del maíz aplicando técnicas estadísticas de multivariación a datos agroclimáticos, datos espaciales agroclimáticos y tecnología del Sistema de Información Geográfica (GIS) para clasificar los mega-

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

ambientes del maíz en doce grandes mega-ambientes identificando también las subdivisiones basadas en precipitación.

Tabla 6 Mega ambientes y sus subdivisiones de acuerdo a la precipitación.

Adaptada de Hartkamp, A.D., *et al,* 2000.

Nombre	Duración del día (h)	Temperatura media (°C)	Precipitación (mm)
Trópico bajo muy seco	11-12.5	≥24	<200
Trópico bajo húmedo	11-12.5	≥24	≥200 y <600
Trópico bajo lluvioso	11-12.5	≥24	≥600 y <2,000
Trópico bajo con exceso de lluvia	11-12.5	≥24	≥2,000
Trópico de media altitud muy seco	11-12.5	>18 y <24	<200
Trópico de media altitud húmedo	11-12.5	>18 y <24	≥200 y <600
Trópico de media altitud lluvioso	11-12.5	>18 y <24	≥600 y <2,000
Trópico de media altitud con exceso de lluvia	11-12.5	>18 y <24	≥2,000
Trópico alto muy seco	11-12.5	≤18	<200
Trópico alto húmedo	11-12.5	≤18	≥200 y <600
Trópico alto lluvioso	11-12.5	≤18	≥600 y <2,000
Trópico alto con exceso de lluvia	11-12.5	≤18	≥2,000
Trópico no ecuatorial/subtrópico bajo muy seco	12.5-13.4	≥24	<200
Trópico no ecuatorial/subtrópico bajo húmedo	12.5-13.4	≥24	≥200 y <600
Trópico no ecuatorial/subtrópico bajo lluvioso	12.5-13.4	≥24	≥600 y <2,000
Trópico no ecuatorial/subtrópico bajo con exceso de lluvia	12.5-13.4	≥24	≥2,000
Trópico no ecuatorial/subtrópico de media altitud muy seco	12.5-13.4	>18 y <24	<200
Trópico no ecuatorial/subtrópico de media altitud húmedo	12.5-13.4	>18 y <24	≥200 y <600
Trópico no ecuatorial/subtrópico de media altitud lluvioso	12.5-13.4	>18 y <24	≥600 y <2,000
Trópico no ecuatorial/subtrópico de media altitud con exceso de lluvia	12.5-13.4	>18 y <24	≥2,000
Trópico no ecuatorial/subtrópico alto muy seco	12.5-13.4	≤18	<200

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

Trópico no ecuatorial/subtrópico alto húmedo	12.5-13.4	≤18	≥200 y <600
Trópico no ecuatorial/subtrópico alto lluvioso	12.5-13.4	≤18	≥600 y <2,000
Trópico no ecuatorial/subtrópico alto con exceso de lluvia	12.5-13.4	≤18	≥2,000
Subtrópico de invierno caliente seco	≤11	≥24	<200
Subtrópico de invierno caliente húmedo	≤11	≥24	≥200 y <600
Subtrópico de invierno caliente lluvioso	≤11	≥24	≥600 y <2,000
Subtrópico de invierno caliente con exceso de lluvia	≤11	≥24	≥2,000
Subtrópico de invierno templado seco	≤11	>18 y <24	<200
Subtrópico de invierno templado húmedo	≤11	>18 y <24	≥200 y <600
Subtrópico de invierno templado lluvioso	≤11	>18 y <24	≥600 y <2,000
Subtrópico de invierno templado con exceso de lluvia	≤11	>18 y <24	≥2,000
Subtrópico de invierno frío seco	≤11	≤18	<200
Subtrópico de invierno frío húmedo	≤11	≤18	≥200 y <600
Subtrópico de invierno frío lluvioso	≤11	≤18	≥600 y <2,000
Subtrópico de invierno frío con exceso de lluvia	≤11	≤18	≥2,000
Templado muy seco/subtrópico seco bajo	≥13.4	≥24	<200
Templado/subtrópico caliente húmedo	≥13.4	≥24	≥200 y <600
Templado/subtrópico caliente lluvioso	≥13.4	≥24	≥600 y <2,000
Templado/subtrópico caliente con exceso de lluvia	≥13.4	≥24	≥2,000
Templado muy seco/subtrópico templado seco	≥13.4	>18 y <24	<200
Templado/subtrópico templado húmedo	≥13.4	>18 y <24	≥200 y <600
Templado/subtrópico templado lluvioso	≥13.4	>18 y <24	≥600 y <2,000
Templado/subtrópico templado con exceso de lluvia	≥13.4	>18 y <24	≥2,000
Templado muy seco/subtrópico frío seco	≥13.4	≤18	<200
Templado/subtrópico frío húmedo	≥13.4	≤18	≥200 y <600
Templado/subtrópico frío lluvioso	≥13.4	≤18	≥600 y <2,000

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

Templado/subtrópico frío con exceso de lluvia	≥13.4	≤18	≥2,000

En los trópicos los suelos de Oxisoles, Ultisoles, Alfisoles e Inceptisoles son los mejores para la producción de maíz, sin embargo el cultivo se adapta muy bien a un amplia variedad de suelos en los trópicos, desde arenas hasta arcillas pesadas (OECD, 2003).

Efectos de la sequía

A nivel mundial, la disminución en rendimiento promedio debido a sequía es alto, particularmente en los trópicos. La lluvia es un factor limitante en la producción comercial de maíz y en muchos casos la irrigación es necesaria. El maíz es particularmente susceptible al estrés hídrico al momento de la floración, momento en el que se establece el rendimiento final, especialmente en aquellos casos en los que la floración coincide con niveles de evotransporación elevados (verano y canícula). El estrés hídrico en estos momentos puede llegar a reducir el rendimiento en grano entre un 6-8% por cada día bajo estrés (OGTR, 2008).

Efectos de inundaciones (anegación)

En zonas importantes de siembra en Asia y América, se presentan pérdidas significativas debido a la inundación de los sembradíos. Las plantas que se desarrollan por períodos prolongados en suelos anegados, presentan cierre de los estomas, reducción de crecimiento foliar, clorosis, reducción de crecimiento radicular, mortalidad radicular y finalmente la muerte de la planta. El daño a las raíces se debe principalmente a la intoxicación debida a la acumulación de compuestos como el ácido láctico, productos de la respiración anaeróbica. Los cultivares tropicales y sub-tropicales son más susceptibles al anegamiento cuando se encuentran en etapas vegetativas tempranas previas al desarrollo de la espiga (OGTR, 2008).

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

e) Descripción taxonómica del organismo receptor y donador de la construcción genética

- **Descripción taxonómica del organismo receptor:**

Esta información ya se describió anteriormente (ver sección *b) Especies relacionadas con el OGM y distribución de éstas en México*), sin embargo para beneficio del lector, se presenta de nuevo:

Reino: *Plantae*
División: *Magnoliophyta*
Clase: *Liliopsida* Scop.
Subclase: *Commelinidae* Takht.
Orden: *Poales* Small
Familia: *Poaceae* Barnhart
Género *Zea*
Sección *ZEA*

***Poaceae Zea mays* L. Sp. Pl. 2: 971-972 1753**

***Poaceae Zea mays* subsp. *mays* L.** (maíz) Se han descrito de acuerdo a varios autores entre 42 y 59 variedades nativas de maíz (también denominadas razas) en México.

A continuación se enlistan las razas enlistadas por CONABIO (2006) y Turrent A., *et al.*, (2004): Ancho, Apachito, Arrocillo, Arrocillo Amarillo, Arrocillo, Azul, Blandito, Blando de Sonora, Bofo, Bolita, Cacahuacintle, Carmen, Celaya, Chalqueño, Chapalote, Chiquito, Clavillo, Comiteco, Complejo Chihuahua Blanco, Complejo Serrano Jalisco, Conejo, Cónico, Cónico Norteño, Coscomatepec, Cristalino Chihuahua, Cubano Amarillo, Dulce de Jalisco, Dulcillo Noroeste, Dzit-Bacal, Elotes Cónicos, Elotes Occidentales, Elotero de Sinaloa, Fasciado, Gordo, Harinoso, Harinoso de Ocho, Jala, Lady Finger, Maíz Dulce, Maizón, Mixteco, Motozinteco, Mushito, Nal-Tel, Nal-Tel de Altura, Negro Mixteco, Negro de Tierra Fría, Olotillo, Olotón, Olotón Imbricado, Onaveño, Palomero de Chihuahua, Palomero Toluqueño, Pepitilla, Ratón, Reventador, San Juan, Serrano Mixe, Serrano de Oaxaca, Tablilla, Tablilla de Ocho, Tabloncillo, Tabloncillo Perla, Tehua, Tepecintle, Tunicata, Tuxpeño Norteño, Tuxpeño, Vandeño, Xmejenal, Zamorano Amarillo, Zapalote Chico, Zapalote Grande.

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

Poaceae Zea mays* subsp. *mexicana (Schrad.) H.H. Iltis Phytologia 23(2): 249 1972 (Teocintes anuales)

raza Nobogame
raza Mesa Central
raza Durango
Raza Chalco

Poaceae Zea mays* subsp. *parviglumis H.H. Iltis & Doebley Amer. J. Bot. 67: 1001 1980 (Teocinte raza Balsas)

Poaceae Zea mays* subsp. *huehuetenangensis (H.H. Iltis & Doebley) Doebley Maydica 35: 148 1990 (Teocinte raza Huehuetenango)

Sección *LUXURIANTES* (Doebley & H.H. Iltis Amer. J. Bot. 67(10): 986 1980):

Poaceae Zea diploperennis H.H. Iltis, Doebley & R. Guzmán Science 203: 186 1979 (Teocinte perene)

Poaceae Zea luxurians (Durieu & Asch.) R.M. Bird Taxon 27(4): 363 1978 (antes denominado teocinte raza Guatemala)

Poaceae Zea nicaraguensis H.H. Iltis & B.F. Benz Novon 10(4): 382-389, f. 1-2 2000

Poaceae Zea perennis (Hitchc.) Reeves & Mangelsd. Amer. J. Bot. 29(10): 817 1942 (Teocinte perene).

Los parientes silvestres más cercanos del género *Zea*, son las especies del género *Tripsacum*, comprendido por dos secciones: *FASCICULATA* y *TRIPSACUM (*OCDE, 2003). A continuación se enlistan las especies del género (Trópicos, 2009):

Reino: *Plantae*
División: *Magnoliophyta*
Clase: *Liliopsida* Scop.
Subclase: *Commelinidae* Takht.
Orden: *Poales* Small
Familia: *Poaceae* Barnhart
Género: *Tripsacum* L.

Poaceae Tripsacum andersonii J.R. Gray Phytologia 33(3): 204, f. 1 1976
Poaceae Tripsacum australe H.C. Cutler & E.S. Anderson Ann. Missouri Bot. Gard. 28(4): 259, f. 2 1941
Poaceae Tripsacum bravum J.R. Gray Phytologia 33(3): 206, f. 3 1976
Poaceae Tripsacum cundinamarcae de Wet & Timothy Amer. J. Bot. 68(2): 274, f. 6 1981
Poaceae Tripsacum dactyloides (L.) L. Syst. Nat. (ed. 10) 1261 1759
Poaceae Tripsacum floridanum Porter ex Vasey Contr. U.S. Natl. Herb. 3(1): 6 1892
Poaceae Tripsacum intermedium de Wet & J.R. Harlan Amer. J. Bot. 69(8): 1255 1982
Poaceae Tripsacum jalapense de Wet & Brink Amer. J. Bot. 70(8): 1141, f. 3 1983
Poaceae Tripsacum lanceolatum Rupr. ex E. Fourn. Mexic. Pl. 2: 68 1886
Poaceae Tripsacum latifolium Hitchc. Bot. Gaz. 41(4): 294-295 1906
Poaceae Tripsacum laxum Nash N. Amer. Fl. 17: 81 1909

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

Poaceae Tripsacum maizar Hern.-Xol. & Randolph Folleto Técn. Of. Estud. Espec. México 4: 7 1950
Poaceae Tripsacum manisuroides de Wet & J.R. Harlan Amer. J. Bot. 69(8): 1255 1982
Poaceae Tripsacum peruvianum de Wet & Timothy Amer. J. Bot. 68(2): 275, f. 7, 8 1981
Poaceae Tripsacum pilosum Scribn. & Merr. Bull. Div. Agrostol., U.S.D.A. 24: 6, f. 1 1901
Poaceae Tripsacum zopilotense Hern.-Xol. & Randolph Folleto Técn. Of. Estud. Espec. México 4: 22

La foligenia del genero Zea se muestra en la figura 12.

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

A continuación se presenta el árbol filogenético del maíz y sus parientes silvestres:

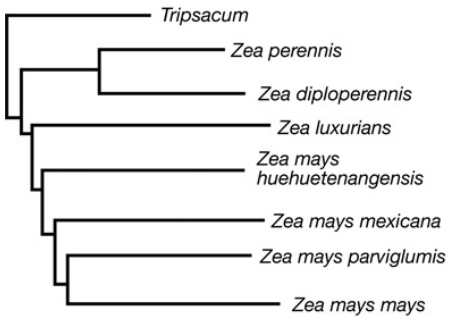


Figura 12 Filogenia del género Zea, mostrando a todas las especies de Tripsacum en un solo grupo. Figura tomada de Vollbrecht E., et al, 2005.

- **Descripción taxonómica del organismo donador**

Para el desarrollo del maíz con tecnología MON-ØØØ21-9 , se emplearon genes de diversas especies, se enlistan a continuación de acuerdo a la importancia de elemento genético a fin de obtener el fenotipo esperado.

❖ **Organismo donador del gen *m-epsps***:

El organismo donante y el organismo receptor son la misma especie vegetal: *Zea mays* subsp. *mays* L. No se conoce ninguna patogenicidad. Puede decirse que el maíz tiene milenios de consumo humano en la prehistoria y más de 500 años de historia documentada de consumo, sin riesgos para la salud, en el mundo.

❖ **Usos de Organismo donador del gen:**

Literalmente, miles de productos alimentarios, para pienso e industriales dependen de ingredientes basados en el maíz. El maíz y los productos procesados del maíz no plantean un riesgo para la salud humana, para los animales domésticos o para las especies salvajes. El maíz es uno de los más importantes cereales alimenticios producidos en el mundo. Los seis más importantes países productores de maíz son: Estados Unidos (37,5% de la producción mundial), China Continental (21,6%), Brasil (6,4%), México (3,3%), Francia (2,5%) y Argentina (2,2%).

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

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

La alta productividad del maíz, su excelente sabor, su alto contenido en energía y su alto contenido nutricional le hacen ser el grano preferido para los animales. La alta concentración de almidón en el maíz también le hace la fuente preferida de energía.

El maíz se utiliza tanto ensilado como en grano.

En la UE, un 72% del grano de maíz se utiliza como pienso y un 8% para productos alimentarios. Asimismo, un 20% de la cosecha se emplea para producción de almidón. El almidón se utiliza en un 53% para productos alimentarios y en un 47% para productos no alimentarios, tales como papel, plásticos, cosméticos, entre otros.

Muchos de los procesos implicados en la producción de estos piensos y subproductos del maíz reducen significativamente el contenido total en proteínas por debajo del nivel del 10% encontrado en el grano o en gran medida elimina, degradan o desnaturalizan las proteínas constituyentes debido a extremos de temperatura y presión.

Productos alimentarios del maíz

El maíz se utiliza como elemento de alimentación básico por personas de todo el mundo, sobre todo en áreas de agricultura de subsistencia. En muchas áreas se realiza la molienda a mano tradicional o la molienda de piedras a pequeña escala. La harina de maíz obtenida se suele utilizar por las poblaciones locales y se emplea para preparar tortillas, panes, bocadillos y productos fermentados. Estos alimentos tradicionales se preparan mezclando el maíz con sorgo o mijo, así como con leguminosas diversas, dependiendo de su disponibilidad.

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

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

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

❖ **Organismo donador del promotor de la actina**[6]

Reino: *Plantae*
División: *Magnoliophyta*
Clase: *Liliopsida* Scop.
Subclase: *Commelinidae* Takht.
Orden: *Poales* Small
Familia: *Poaceae* Barnhart
Subfamilia: *Ehrhartoideae* Link
Tribu: *Oryzeae* Dumort.
Subtribu: *Oryzinae* Griseb.
Género: *Oryz*a L**.**
Especie: *Oryza sativa* L. 1753
Nombre común: arroz

❖ **Usos de Organismo donador del promotor de la actina:**

El arroz es un cultivo cuyo uso como alimento data de muchos siglos atrás, su origen se encuentra en Asia cuando los pobladores de los deltas de los ríos asiáticos domesticaron al arroz silvestre. La productividad de los cultivos de arroz de las tierras húmedas permitió el crecimiento de la población, lo que conllevó el desarrollo de la sociedad y de la civilización.

Durante siglos, el arroz ha marcado la cultura y los hábitos alimenticios. Gracias a su diversidad de variedades, el arroz ofrece una amplia gama de sabores, aunque sea simplemente hervido o al vapor. El arroz se combina tradicionalmente con pescado, carne o legumbres tales como alubias y lentejas, según la zona. Por ejemplo, la combinación de arroz y pescado en los países asiáticos ha generado el término asociaciones "arroz-pescado", mientras que el plato típico de Colombia es el "arroz con frijoles". El arroz y las legumbres (por ejemplo, alubias, lentejas y garbanzos) caracterizan las cocinas del mundo desde Cajun a México, de Oriente Medio al sur de Europa. Este plato básico sigue siendo el sustento principal en muchos países.

De procedencia asiática, el arroz (*Oryza sativa* L.) se cultiva actualmente en 113 países y
en todos los continentes, salvo en la Antártida. Casi todas las culturas tienen su propio estilo de comer arroz y que estas diferentes recetas, de hecho, forman parte del patrimonio cultural mundial (FAO 2003).

[6] Visitar: http://www.tropicos.org/name/25509797

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

❖ **Organismo donador del terminador nos:**

Dominio: *Bacteria*
Phylum: *Proteobacteria*
Clase: *Alpha Proteobacteria*
Orden: *Rhizobiales*
Familia: *Rhizobiaceae*
Género: *Agrobacterium*
Especie: *A. tumefaciens* (*Agrobacterium tumefaciens* Smith & Townsend, 1907)

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

A. tumefaciens pertenece a la familia *Rhizobiaceae*, en la que se incluyen bacterias fijadoras de nitrógeno simbiontes de algunas leguminosas.

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

f) País y localidad donde el OGM fue colectado, desarrollado o producido

El maíz con la tecnología MON-ØØØ21-9 fue desarrollado en Estados Unidos de Norteamérica por Monsanto Company y Dekalb Genetis Corporation.

Actualmente Syngenta Seeds, Inc. – Field Crops – NAFTA adquirió y posee los derechos sobre el maíz MON-ØØØ21-9.

g) Referencia documental sobre origen y diversificación del organismo receptor

Origen del maíz:

Los estudios de Vavilov sobre los centros de origen de los cultivos indican que la región de Mesoamérica (Centro Primario VII) es uno de los centros más importantes en los que se originaron diversos cultivos, entre ellos el maíz. Por su parte Harlan en 1971, redefine a los centros y no centros de domesticación de cultivos, sin embargo a la zona de Mesoamérica la mantiene como un centro de origen de la agricultura, ver figura 13.

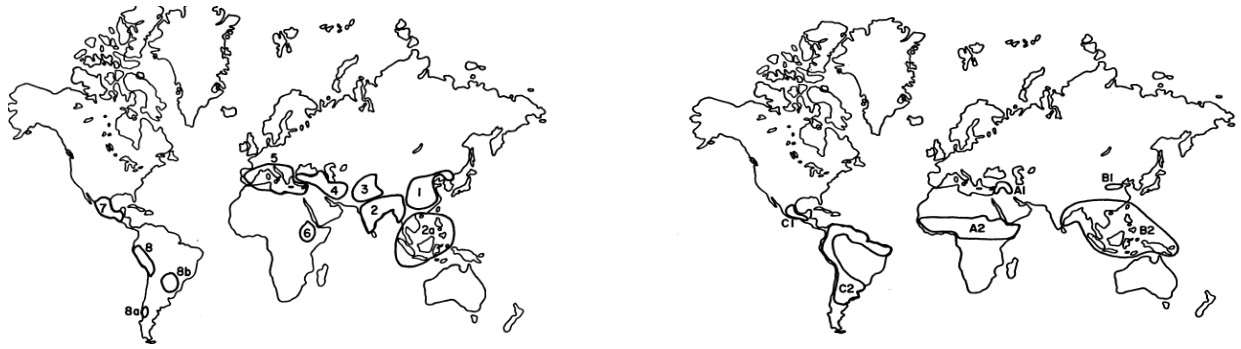


Figura 13 Mapa de los Centros de Origen y de domesticación de cultivos (origen de la agricultura) de Harlan. Mesoamérica es identificada en ambos

Figuras tomadas de Harlan J.R. 1971.

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

Se ha especulado sobre el origen del maíz y a lo largo de la historia, se pueden reconocer cuatro teorías que han tratado de explicar el origen del cultivo (OECD, 2003).

- **Hipótesis de la descendencia a partir del Teocinte:** Esta teoría es la más antigua y propone que el maíz fue domesticado a partir del teocinte por selección humana. Esta teoría cuenta con mucha evidencia genética, molecular, arqueológica, antropológica y filogenética de soporte, por lo que actualmente es la que se mantiene vigente (Doebley J. 2004). Los estudios con marcadores microsatelitales e isoenzimas indican que el teocinte Balsas (Zea *mays* ssp. *parviglumis*) es el antecesor del maíz (Piperno *et al*, 2001) y que las poblaciones de los estados de Guerrero, Michoacán y México son las que filogenéticamente muestran más evidencia de haber sido las originarias del maíz (Matsuoka Y., *et al*, 2002), concordando esto con las evidencias arqueológicas más recientes (Piperno DR. *et al*., 2009)
- **Hipótesis tripartita**. La principal afirmación de esta hipótesis es que en el pasado existió un "maíz silvestre", extinto en el presente. Este maíz en teoría debió haber dado origen al maíz debido a cruzas con *Tripsacum*, y cruzas posteriores del teocinte con el "maíz silvestre". Dado que al momento no existe mayor evidencia, esta hipótesis ha perdido credibilidad con el tiempo.
- **Hipótesis del ancestro común.** Esta hipótesis propone que el maíz, el teocinte y Tripsacum fueron originados de un ancestro común vía evolución divergente, en consecuencia para que esta teoría funcione se debería encontrar al igual que en la hipótesis anterior un "maíz silvestre", con lo que esta postulación es inaceptable.
- **Hipótesis de la transmutación sexual catastrófica.** En esta hipótesis se propone que la mazorca del maíz evolucionó de la inflorescencia lateral masculina terminal del teocinte debido a una transmutación sexual epigenética en la que se involucró una condensación primaria de las ramas del teocinte. Sin embargo evidencias genéticas sobre los caracteres que mantienen separados al maíz del teocinte, hacen que esta teoría sea insostenible.

- **Diversificación del maíz:**

Como ya se mencionó en el apartado anterior el maíz fue domesticado alrededor de 9000 años atrás en el México mesoamericano a partir del teocinte (*Zea mays* ssp. *parviglumis*) (Doebley J, 2004). La evidencia molecular ha sugerido un evento único de domesticación que redujo la diversidad presente en maíz comparada al teocinte. Seguido de la domesticación, las mutaciones generaron nuevos alelos, mientras que, mediante recombinación se crearon nuevas combinaciones de alelos. Además gracias al flujo génico post-domesticación con teocinte, se incrementó, la base genética existente del maíz. La variación de las poblaciones de maíz domesticadas pudo haber sido reducida o reestructurada por deriva génica y selección, ambas natural y artificial llevadas a cabo por agricultores primitivos. Todos estos eventos resultaron en una gran cantidad de variedades nativas adaptadas a condiciones ambientales específicas así como usos deseados por el hombre (Vollbrecht E., *et al* 2005)

Durante la dispersión del cultivo de maíz, las diferentes variedades fueron adquiriendo características genéticas y morfológicas diferentes. Grupos de plantas que comparten características fueron clasificadas bajo el término de "razas", los miembros de una raza poseen similitudes no solo morfológicas, sino también fenotípicas, de distribución geográfica, genética, fisiológica citológica y agronómica (Vigouroux Y. *et al*., 2008).

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

Uno de los estudios clásicos de la diversidad del maíz en México fue el realizado por Wellhausen y colaboradores entre (1951 y 1957) (citados por Aragón F. *et al*, 2006) en los que reportaron el origen, las características y la distribución de las razas de maíz tomando en cuenta las siguientes características:

1. Distribución geográfica,
2. Caracteres vegetativos de la planta,
3. Caracteres de la espiga,
4. Caracteres de la mazorca y
5. Caracteres fisiológicos, genéticos y citológicos.

Propusieron cinco grupos raciales para las colectas de maíz de México, determinados en función de la evaluación y caracterización morfológica, y cultural:

- **Razas Indígenas Antiguas**

Se cree que estas razas se originaron del ancestro del maíz, y difieren entre ellas por su desarrollo independiente en diferentes localidades y medios ecológicos.
Las razas de este grupo: Arrocillo Amarillo, Chapalote, Palomero Toluqueño y Nal-Tel, tienen en común las siguientes características: Endospermo tipo maíz palomero, mazorcas pequeñas y son reventadoras.

- **Razas Exóticas-Precolombinas.**

Estas razas fueron introducidas a México en épocas precolombinas de Centro y Sudamérica. Las razas de este grupo son: Cacahuacintle, Harinoso de Ocho, Olotón y Maíz Dulce. Se caracterizan por tener granos largos, grano harinoso de color blanco y suave, excepto para algunos genotipos de maíz dulce.

- **Razas Mestizas-Prehistóricas**

Se cree que estas razas son producto del cruzamiento de las razas Indígenas- Antiguas y las Exóticas Precolombinas con la introgresión de teocinte. Son Prehistóricas porque no se tiene evidencia histórica de su origen. Componen este grupo trece razas: Cónico, Reventador, Tabloncillo, Tehua, Tepecintle, Comiteco, Jala, Zapalote Chico, Zapalote Grande, Pepitilla, Olotillo, Tuxpeño y Vandeño.

- **Razas Modernas Incipientes**

Estas razas se han desarrollado desde la época de la conquista y aun no han alcanzado condiciones de uniformidad racial. Este grupo está conformado por cinco razas: Bolita, Chalqueño, Celaya, Cónico Norteño y Tablita.

- **Razas No Bien Definidas**

Estas razas son de reciente colecta y no se ha realizado una caracterización adecuada para clasificarlas. Componen este grupo 11 razas: Conejo, Mushito, Complejo Serrano de Jalisco, Zamorano Amarillo, Maíz Blando de Sonora, Onaveño, Dulcillo del Noroeste, Cristalino de Chihuahua, Blando de Sonora, Elotero de Sinaloa y Azul. Otros investigadores, han descrito y caracterizado nuevas razas de maíz:
Azul, Apachito, Tuxpeño Norteño, Bofo, Onaveño, Coscomatepec, San Juan y Carmen.

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

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

El inserto completo se encuentra en el genoma nuclear del maíz, las zonas flanqueantes hacia 5' y 3' del material insertado **se secuenciaron**, la organización del mismo se describe en la siguiente sección y para más información favor de revisar el archivo

i) Descripción de las secuencias flanqueantes, número de copias insertadas, y los resultados de los experimentos que comprueben los datos anteriores, así como la expresión de mensajeros del evento de transformación genética, incluyendo la demostración de los resultados

El maíz con la tecnología MON-ØØØ21-9, considerando el material genético insertado y las regiones flanqueantes se secuenciaron. El estudio demostró que el inserto comprende seis regiones contiguas derivadas del fragmento de restricción Not I de 3.49 kb, derivado del plásmido pDPG434, empleado para la transformación del maíz con la tecnología GA21 (copias 1-6).

- Copia 1: Contiene el promotor de la actina de arroz con una supresión de 696 pb hacia 5', también contiene el primer exón e intrón de la actina, el péptido de tránsito optimizado, el gen *mepsps* y el terminador Nos.
- Copias 2, 3 y 4: Son copias intactas del fragmento de restricción Not I de 3.49 kb derivado del plásmido pDPG434.
- Copia 5: Contiene el promotor de la actina de arroz intacto, el primer exón e intrón de la actina, el péptido de tránsito optimizado y las primeras 288 pb del gen *mepsps* que termina en un codón de paro y no posee el terminador NOS.
- Copia 6: Contiene el promotor y el primer exón truncado de la actina. No posee ningún elemento adicional del plásmido pDPG434.

Adicionalmente se llevaron a cabo ensayos de análisis de hibridación de Southern con el fin de demostrar la ausencia de copias adicionales del inserto o del esqueleto del plásmido en el genoma

- **Estudios de los RNA mensajeros**

  El análisis detallado del extremo 3' del inserto de la tecnología GA21 (copia 5 antes mencionada), estableció la presencia del promotor completo de la actina de arroz, el péptido de tránsito y un fragmento trunco del gen *mepsps*, pero no la secuencia del terminador nos. La versión trunca del gen *mepsps* termina en un codón de término de la traducción (ANZFA, 2000).

  Con el fin de caracterizar mejor esta zona del inserto, se llevaron a cabo análisis de hibridación de Northern a partir de una muestra compuesta de hojas de plantas de maíz con la tecnología GA21 y de su línea isogénica. Se empleó una sonda específica del gen epsps cuyo transcrito esperado era de 1.8 kb, mismo que fue detectado, demostrando que se encuentra el transcrito estable para la versión completa del gen mepsps. El transcrito hipotético de tamaño esperado de 0.7 kb que debería observarse en el caso de que la copia

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

5 fuera funcional, no fue detectada, esto indica que la versión truncada no produce un transcrito estable funcional (EFSA, 2007). Adicionalmente mediante Western blot se demostró que existe una banda única de la proteína mEPSPS de tamaño completo y esperado. Por otro lado, tomando como base los estudios de secuenciación, se llevaron a cabo estudios bioinformáticos con el fin de identificar los posibles marcos de lectura (ORF por sus siglas en inglés, Open Reading Frames) que se pudieran haber creado dentro del inserto de GA21.

Un posible marco de lectura abierto se definió bajo las posibles siguientes combinaciones:

1. Que comience con un ATG y termine con alguno de los tres codones de término y
2. Que codifique para una proteína de un tamaño mínimo de 50 aminoácidos
3. Fragmentos del casete en el maíz con la tecnología GA21 o entre el fragmento insertado y el ADN vegetal o
4. Que comience con un ATG creado de una mutación con relación a la transformación

De estos, dos se encontraron dentro de la secuencia de ADN hacia el extremo 3'. Debido a la proximidad de estos posibles ORFs con el primer exón de la actina de arroz, se examinaron para conocer su homología con alérgenos o toxinas. No se encontró homología alguna. Los otros dos posibles ORFs se identificaron hacia el extremo 5' del inserto, dentro de la zona flanqueante, fueron analizados al igual que los anteriores y no se encontró homología alguna en la base de datos empleada.

El análisis bioinformático se llevó a cabo para evaluar los posibles ORFs que se pudiesen haber creado en el inserto del maíz con la tecnología GA21. Usando un criterio de búsqueda conservador se puede concluir que los cinco posibles ORFs encontrados en el empalme del inserto con el ADN vegetal no muestran homologías significativas a algunas proteínas y alérgenos conocidos.

Además, se respondió a la búsqueda de posibles ORFs creados en el inserto, entre y dentro de los fragmentos insertados. Esto reveló un posible ORF creado en el empalme entre los fragmentos 5 y 6.
Del análisis de los datos se concluye que los ORF carecen de componentes necesarios para transcribir y que los ORFs no muestran homología a proteínas y alérgenos conocidos o proteínas toxicas (EFSA, 2007).

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

j) Mapa de la construcción genética, tipo de herencia de los caracteres producto de los genes insertados, expresión de las proteínas y localización de las mismas

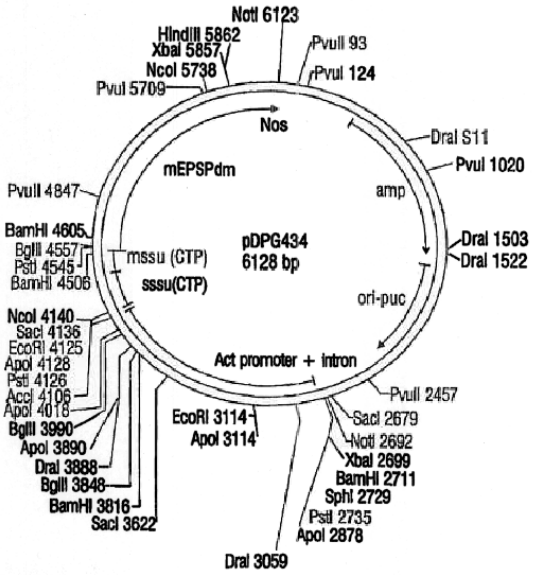


Figura 14 Mapa del plásmido pDPG434

En la figura 14 se muestran los elementos genéticos que estaban presentes previo a la restricción con NotI (Spencer et al., 1998).

- **Plásmido pDPG434**

El plásmido **pDPG434** en la figura 14 es derivado de un vector pSK, que se usa habitualmente en biología molecular y deriva del plásmido pUC (Short et al. 1998), fue el utilizado en el evento de transformación. Este plásmido pDPG434 contiene el gen endógeno aislado de la línea donante de maíz AT-824 (suspensión de células) de la enzima 5-enol-piruvilshikimato-3-fosfato sintasa (proteína denominada mepsps), modificado por mutagénesis, denominado *mepsps* , e insertado dentro de la línea mejorada de maíz NL054B. Antes de la transformación, el plásmido vector fue tratado con la endonucleasa de restricción NotI para remover del fragmento los genes *bla, lac* y el origen de replicación *ColE1*. La expresión constitutiva del gen *mepsps* fue controlada por el promotor del gen actina1 del arroz, modulado por el primer intrón y exón del gen actina1 del arroz, el péptido de transición optimizado (PTO) derivado de maíz y girasol y la señal de poliadenilación del gen de la nopalina sintasa de *Agrobacterium tumefaciens*.

El plásmido pDPG434 también contenía el gen de la beta-lactamasa (*bla*), utilizado como un marcador para selección de células bacterianas transformadas. El gen *bla* codifica para la enzima beta-lactamasa, que confiere resistencia a algunos antibióticos beta-lactámicos, incluida la penicilina de espectro moderado y ampicilina. Este gen sin un promotor vegetal no se expresa en células vegetales. Otros componentes genéticos incorporados incluyeron un gen no funcional *lacZ*, que codifica parte de la enzima beta-galactocidasa; y el origen de repetición derivado del plásmido de *E. coli*.

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

- **Tipo de Herencia de los caracteres insertados**

La segregación de la progenie del maíz con la tecnología MON-ØØØ21-9 se evaluó y se llevaron a cabo análisis estadísticos que confirmaron que la proporción en que se hereda el gen *mepsps* es Mendeliana tal como se esperaba, demostrando así que la inserción tuvo lugar en el genoma nuclear del maíz.

Los análisis de ADN por hibridación de Southern de múltiples generaciones de plantas de maíz con la tecnología GA21 demostraron dos cosas: que hay un sitio único de inserción y que el material insertado se mantiene estable a lo largo de varias generaciones.

Tabla 7: Segregación del gen epsps en maíz MON-ØØØ21-9.

Fuente de datos: Monsanto Co. *et al.,* 1997.

Generación[1]	Observada	Esperada	□□
BC0F1	64:52	58:58	1.04a
BC1F1	180:165	172.5:172.5	0.57a
BC2F1	55:62	58.5:58.5	0.31a
BC3F1	108:77	92.5:92.5	4.86b
BC4F1	77:76	76.5:76.5	0.00a
BC5F1	60:40	50:50	3.61a
BC5F2	731:262	744.75:248.25	0.94a

Notas: 1: Datos expresados como plantas tolerantes: plantas susceptibles al herbicida glifosato

a: no significativa a p=0.05 (X^2=3.84, 1df)

b: Significativa a p=0.05 (X^2=3.84, 1df), no significativa a p=0.01 (X^2=6.63)

- **Localización y expresión de las proteínas expresadas en el evento GA21.**
-

Se llevaron a cabo estudios de cuantificación de la expresión de la proteína *mepsps* por el método de ELISA en cuatro estados de desarrollo: emergencia, antesis, madurez de la semilla y senescencia, en Estados Unidos de Norteamérica y en la Unión Europea.

En plantas que fueron sembradas en Estados Unidos, se encontraron concentraciones cuantificables de la proteína mepsps, en la mayoría de los tejidos de plantas de maíz con la tecnología GA21. En general en todas las etapas de desarrollo, las concentraciones promedio cuantificadas en hojas, raíces y planta total se encontraron entre el límite de cuantificación (<0.2 □g/gramo de tejido fresco) a aproximadamente 15 □g/ gramo de tejido fresco. La concentración promedio de la proteína mepsps en granos se encontró entre 4-7 □g/ gramo de tejido fresco, mientras que en polen el promedio fue de 168 □g/ gramo de tejido fresco.

En la Unión Europea los promedios de cuantificación en base a gramo de tejido fresco fueron: en hojas 5.92-18.69 µg/gramo y en raíz: 2.09-5.48 µg/g. La concentración media

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

de la proteína *mepsps* en planta completa varió entre 5.62 y 10.15 µg/g, mientras que en grano fue de 5.85-6.78 µg/g y finalmente en polen fue de 99.81-101.58 µg/g, todos en base a tejido fresco.

También se llevaron a cabo análisis de proteínas mediante western blot empleando seis anticuerpos policlonales diferentes anti-EPSPS. Se demostró que los niveles en que la proteína se expresa son en un estimado 24 veces más altos que su comparador, la EPSPS nativa, que debido a la alta homología con la modificada, los anticuerpos la reconocen.

En este estudio no se observó inmunorreacción positiva para EPSPS en el rango de los 10 kDa o menor, indicando así que el fragmento trunco de la copia 5 (antes mencionada) no produce ninguna proteína (EFSA, 2007) .

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

k) Descripción del método de transformación OGM

El maíz con la tecnología MON-ØØØ21-9 fue desarrollado mediante transformación por aceleración de micropartículas (biobalística) donde el ADN se precipita en partículas microscópicas de oro que son luego puestas sobre un macroportador y aceleradas a alta velocidad hacia las células vegetales embriogénicas de maíz en donde el ADN es depositado e incorporado al cromosoma. Con la posterior regeneración en un medio selectivo. Para la transformación se empleó un plásmido único denominado pDPG434, que contenía una copia sintética trunca del gen *m*-epsps que codifica para la proteína EPSPS. Previo a la transformación, el plásmido fue restringido con la enzima de restricción NotI con el fin de remover el gen *bla*[7] de la beta lactamasa que se empleó como marcador de resistencia en las etapas tempranas del desarrollo del plásmido, con el fin de que el fragmento empleado en la transformación únicamente contuviera el gen *m*-epsps.

l) Descripción, número de copias, sitios de inserción y expresión de las secuencias irrelevantes para la expresión de la modificación genética y en su caso, la identificación de los efectos no esperados

No aplica, no se insertó ninguna secuencia no esperada.

[7] El gen *bla* también es denominado *amp* por conferir resistencia a la ampicilina.

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

m) Secuencia de aminoácidos y de las proteínas novedosas expresadas por el OGM, tamaño del producto del gen, expresión de copias múltiples

El gen m-*epsps* presente como en el maíz con la tecnología MON-ØØØ21-9 es una versión sintética y modificada del gen completo inicialmente aislado de maíz, por lo que la proteína expresada posee modificaciones que la hacen mínimamente diferente a la EPSPS nativa. Dichas modificaciones consisten en cambios en dos aminoácidos específicos que le confieren a la enzima la resistencia a ser inactivada por el glifosato. La proteína completa esperada es de 570 aminoácidos (Spencer TM et al., 1998), mientras que la proteína secuenciada madura es de 445 aminoácidos, teniendo un tamaño aproximado de 47.4 KDa. La proteína mEPSPS es 99.3 % idéntica a la nativa. Las modificaciones realizadas al gen *mepsps* incluyeron la fusión a un péptido de tránsito optimizado (125 aminoácidos) que permite el direccionamiento celular de la proteína mEPSPS a los cloroplastos, organelo en el que la ruta metabólica del shikimato y el glifosato actúan, dicho péptido es removido en el organelo. La secuencia del péptido de tránsito al cloroplasto es derivado de los genes de la 1,5-bifosfato carboxilasa oxigenasa (RuBisCo) del maíz y del girasol. La proteína se expresa debido a tres copias completas del gen (Para mayor información, favor de revisar el apartado i*) Descripción de las secuencias flanqueantes, número de copias insertadas, y los resultados de los experimentos que comprueben los datos anteriores, así como la expresión de mensajeros del evento de transformación genética, incluyendo la demostración de los resultados).*

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

n) Rutas metabólicas involucradas en la expresión del transgen y sus cambios

- **Ruta metabólica del Ácido shikímico**

La enzima 3-fosfoshikimate 1-carboxiviniltransferasa sintasa (EPSPS) (EC 2.5.1.19) cataliza el sexto paso en la biosíntesis de los aminoácidos aromáticos a partir del corismato (ruta del shikimato), en bacterias, plantas y hongos (en los que es parte de pasos consecutivos en la misma ruta metabólica). La EPSPS ha sido ampliamente estudiada y es la enzima blanco del herbicida glifosato, que la inhibe.

La secuencia de la EPSPS de varios organismos ha mostrado que la estructura cuaternaria de la enzima se ha mantenido bien conservada a lo largo de la evolución. Existen dos patrones conservados importantes para su funcionamiento, la primera región corresponde al sitio activo de la enzima, mismo que es importante para la resistencia al glifosato (Padgette SR., *et al*., 1991); mientras que el segundo patrón conservado se haya hacia la porción C-terminal de la proteína y posee una lisina conservada que es importante para la actividad de la enzima[8] .

La enzima EPSPS no está presente en los animales, y en las plantas, se localiza en los plastidios. La enzima posee una especificidad rígida hacia sus sustratos que son: ácido fosfoenolpirúvico (PEP) y ácido 3-fosfoshikímico y los condena al ácido 5-enolpiruvil-3-fosfonoshikímico. El producto de la reacción es empleado como sustrato por otras enzimas inmediatamente para producir ácido corísmico, que desencadena en ácido antranílico (un precursor del triptófano) y por rearreglos en ácido prefénico (precursor de la fenilalanina y tirosina).

Aún cuando el glifosato (N-fosfonometil-glicina) es un inhibidor competitivo reversible de la enzima EPSPS con respecto al ácido fosfoenolpirúvico (PEP), no inhibe a otras reacciones enzimáticas PEP-dependientes. Sin embargo es no es un inhibidor de la EPSPS con respecto al ácido 3-fosfoshikímico.

Como consecuencia se produce una inhibición de la biosíntesis de los aminoácidos aromáticos, se bloquea la síntesis de proteínas, resultando en la muerte de la planta. Mientras que algunos de los productos siguientes de la reacción catalizada por la EPSPS, aminoácidos y vitaminas son estrictamente esenciales para el crecimiento de los organismos vivos, algunos metabolitos secundarios derivados de la ruta del shikimato pueden tener valor específico para los organismos sobrevivientes que los produzcan (OECD, 1999).

- **Expresión de la proteína m-epsps***:*

El gen mepsps codifica para una enzima 5-enolpiruvil shikimato-3-fosfato sintasa doble mutada (mepsps), aislada del maíz (*Zea mays* L.). La 5-enolpiruvil shikimato-3-fosfato sintasa (EPSPS) nativa es una enzima clave en la ruta del ácido shikímico para la biosíntesis de los aminoácidos aromáticos fenilalanina, tirosina y triptófano en plantas y microorganismos (Steinrucken y Amrhein, 1980). Las plantas de maíz transformadas con el gen *mepsps*, como expresión en el maíz con la tecnología GA21, presenta tolerancia al glifosato (Spencer *et al*., 1998; Lebrun *et al*., 2003). El glifosato se une e inactiva específicamente a la EPSPS, interrumpiendo la síntesis de aminoácidos aromáticos y causando la muerte de la planta.

[8] Para mayor información de las características bioquímicas de la proteína favor de visitar: http://www.expasy.org/cgi-bin/nicezyme.pl?2.5.1.19

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

La *mepsps* tiene baja afinidad con el glifosato. Las concentraciones del glifosato requeridas para llegar a un 50% de inhibición de la actividad de la EPSPS fueron determinadas en 5 mM y 300 mM para el EPSPS del maíz convencional y para el *mepsps* , respectivamente. Esto establece que la enzima *mepsps* tiene una significativa reducida afinidad por el glifosato cuando se compara con la enzima de maíz convencional. Las plantas que expresan la proteína *mepsps* no fueron afectadas por la exposición al glifosato.

El metabolismo general de la planta de maíz no se ve modificado por la expresión de la proteína mEPSPS se presentan datos de caracterización composicional que sirven como medida directa del metabolismo vegetal (**Ver carpeta de información confidencial Anexo 3 en la que se detallan los estudios técnicos que respaldan esta afirmación)**.

o) Productos de degradación de la proteína codificada por el transgen en subproductos

El gen mepsps codifica la proteína mEPSPS, la cual confiere tolerancia a los herbicidas que contienen glifosato. Las proteínas EPSPS son ubicuas en la naturaleza y por lo tanto estarán naturalmente presentes en los alimentos que deriven de fuentes vegetales y microbianas. Esta proteína es degradada rápidamente en ensayos de digestibilidad in vitro (Graser 2005). También es sensible al calor y al procesamiento (Kramer 2005; Hill 2005), por lo que no se esperan productos de degradación diferentes de aquellos que normalmente se encuentran en procesos proteolíticos en la naturaleza.

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

p) Secuencia nucleotídica de las secuencias reguladoras incluyendo promotores, terminadores y otras, y su descripción, número de copias insertadas, pertenencia de éstas secuencias a la especie receptora, inclusión de secuencias reguladoras homólogas a la especie

El material genético insertado en el evento MON-ØØØ21-9, se resume brevemente en la tabla 8:

Tabla 8: Elementos funcionales presentes en el ácido nucleíco insertado en las plantas de maíz con la tecnología GA21 con tamaño aproximado.

Elemento	Tamaño aprox. (Kb)	Origen y función
Promotor e intrón de actina del arroz	1.4	Región 5' del gen *actina 1* del arroz (*Oryza sativa*) que contiene el promotor, el primer exón y el primer intrón (McElroy *et al*., 1990). Proporciona la expresión constitutiva del gen mepsps .
Péptido de tránsito optimizado (PTO)	0.4	Péptido N-terminal de tránsito al cloroplasto (CTP) basado en las secuencias de CTP de girasol (*Helianthus annus*) y maíz (*Zea mays*). Dirige la proteína modificada 5-enolpiruvilshikimato-3-fosfato sintasa (mepsps) al cloroplasto (Lebrun, *et al*., 1996)
Gen mutado del maíz *epsps*	1.3	Secuencia que codifica para la proteína mepsps en el maíz modificado *Zea mays* L., que confiere tolerancia al i.a. glifosato (Lebrun *et al*., 2003).
Extremo nos 3'	0.3	Región 3' no traducible del gen nopalina sintasa del ADN-T de *Agrobacterium tumefaciens*, que termina la transcripción y dirige la poliadenilación del ARNm (Depicker et al., 1982).

- **Regiones Codificadoras**

  - **Gen m-epsps:**

El gen *mepsps* codifica para una enzima 5-enolpiruvil shikimato-3-fosfato sintasa doble mutada (mEPSPS), aislada del maíz (*Zea mays* L.).

El fragmento tiene un tamaño de 1.34 Kb. Las modificaciones realizadas al gen mepsps incluyeron: mutagénesis puntual para disminuir la sensibilidad de la enzima al glifosato y la fusión a un péptido de tránsito optimizado que permite el direccionamiento celular de la proteína mEPSPS a los cloroplastos, organelo en el que la ruta metabólica del shikimato se lleva a cabo. La secuencia del péptido de tránsito al cloroplasto es derivado de los genes de la 1,5-bifosfato carboxilasa oxigenasa (RuBisCo) del maíz y del girasol.

- **Regiones No Codificadoras (Ver carpeta de información confidencial Anexo 3)**

- **Promotor de la actina de arroz:**

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

Con el fin de dirigir la expresión del gen insertado se empleó la secuencia 5' del promotor de la actina 1 de arroz, que incluye el primer intrón. (McElroy D. *et al*, 1990). Este promotor promueve la expresión constitutiva de la proteína en todos los tejidos de la planta de maíz.

- **Terminadores:**

El terminador NOS está constituido por los pares de bases 423-678 del gen de la nopalina-sintasa de *Agrobacterium tumefaciens*, (Bevan, *et al*, 1983) con la adición de sitios de restricción. Estas regiones son necesarias para que la maquinaria de traducción reconozca el fin del gen.

q) Patogenicidad o virulencia de los organismos donadores y receptores

- ***Zea mays subsp. mays L***

Tomando en cuenta las definiciones de patogenicidad[9] y virulencia[10], y la información presentada en los incisos anteriores se puede asegurar que en el caso del maíz no existe evidencia científica alguna de que se pueda comportar como patógeno de ningún grupo biológico, es más el uso de éste cultivo por más de 9,000 años como fuente primordial de alimento entre las culturas mesoamericanas avalan esta afirmación. Aún cuando el uso seguro del maíz con la tecnología MON-ØØØ21-9 ya ha sido probado por diversas entidades regulatorias a continuación se presenta un breve resumen sobre las características patogénicas o virulentas de los organismos donadores.

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

[9] **Patógeno:** (del griego *pathos*, enfermedad y *genein*, engendrar) es toda aquella entidad biológica capaz de producir enfermedad o daño en la biología de un huesped (humano, animal, vegetal, etc.) sensiblemente predispuesto. El mecanismo de la patogenicidad ha sido muy estudiado y tiene varios factores, algunos de los cuales son dependientes del agente patógeno y otros del huésped.

[10] **Virulencia**: designa el caracter patogénico, nocivo de un microorganismo, como una bacteria, hongo o virus.

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

maíz con la tecnología GA21 ya se encuentra aprobado para su uso en alimentación humana y animal en muchos países del mundo y no se ha reportado efectos adversos.

Por lo tanto para el caso del maíz con la tecnología GA21, tanto la planta como la nueva proteína tienen un historial de consumo seguro por el hombre y animales. Además de esto, se llevó a cabo un estudio de toxicidad oral aguda con la proteína mepsps . El estudio confirmó que la proteína no produce toxicidad aguda en ratones, en pruebas de altas dosis. Los resultados mostraron que no hubo efectos sobre la condición clínica, peso corporal, consumo de alimento, patologías clínicas, peso de órganos, patologías macroscópicas y microscópicas que fueran relacionadas a la administración de la proteína en ratones machos y hembras (Barnes 2005); confirmando nuevamente el perfil no tóxico de esta proteína.

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

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

- ***Agrobacterium tumefaciens*** Smith & Townsend, 1907

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

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

r) Genes de selección utilizados durante el desarrollo del OGM y el fenotipo que confiere estos genes de selección, incluyendo el mecanismo de acción de estos genes;

- **Ausencia del gen *bla* (*amp)* de la beta-lactamasa**

Previamente a la transformación, y con el fin de eliminar los genes *bla, lac* y el origen de replicación *ColE1,* el plásmido vector fue tratado con la endonucleasa de restricción NotI.
Para demostrar la ausencia del gen *bla (amp)* en el evento de transformación MON-ØØØ21-9, se procedió a digerir la totalidad del ADN con la enzima de restricción *Eco*RV, con posterior separación por tamaño de los fragmentos mediante electroforesis en gel de agarosa. Después de transferir el ADN a las membranas de nylon, se procedió a hibridar con un fragmento pUC19, plásmido que dio origen al pDPG434, a fin de llevar a cabo un análisis de Southern-blot y determinar la ausencia de los elementos presentes en el plásmido pDPG434, incluyendo la región *amp.*

Resultado del análisis Southern-blot, la hibridación del ADN del maíz con la tecnología GA21 (MON-ØØØ21-9) con el fragmento pUC19 no dio como resultado ninguna señal positiva, y por consiguiente demuestra la ausencia del gen *amp* en el maíz con la tecnología MON-ØØØ21-9. (**Ver carpeta D de información confidencial Anexo 1, Anexo 2 y Anexo 3 en la que se detallan los estudios técnicos que respaldan esta afirmación)**

s) Número de generaciones que mostraron estabilidad en la herencia del transgen

Los resultados obtenidos mediante análisis de hibridación de Southern demostraron que el locus transgénico en el maíz con la tecnología MON-ØØØ21-9 se mantiene estable a lo largo de varias generaciones, para llevar a cabo los experimentos de hibridización se emplearon sondas específicas de los genes y los patrones de hibridización que se presentaron a lo largo de varia generaciones fueron idénticos.

Adicionalmente la estabilidad de la expresión de la proteína mEPSPS se evaluó. Las semillas de tres generaciones de retrocruzas fueron sembradas en condiciones de invernadero, se colectaron hojas en la etapa de antesis, con el fin de cuantificar las concentraciones de la proteína mEPSPS. La concentración media a lo largo de todas las generaciones de retrocruzas fue aproximadamente de 13—14 µg/g de tejido fresco (82—96 µg/g en base seca). En general las concentraciones de mEPSPS fueron similares a lo largo de las generaciones evaluadas, demostrando con esto que la expresión del fenotipo de interés se mantiene estable a lo largo de múltiples generaciones (**Ver carpeta D de información confidencial Anexo 2 en la que se detallan los estudios técnicos que respaldan esta afirmación).**

t) Referencia bibliográfica sobre los datos presentados.

Con fines de mantener un estilo científico uniforme, toda la bibliografía empleada se presenta al final en un apartado específico, se pide amablemente al lector referirse a él.

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

II. IDENTIDICACIÓN DE LA ZONA O ZONAS DONDE SE PRETENDA LIBERAR EL OGM

a) Superficie total del polígono o polígonos donde se realizará la liberación

Se pretende realizar la liberación experimental dentro del área que abarca la región con uso de suelo agrícola dentro del Estado de Chihuahua (ver Figura 18). La superficie de liberación experimental total (sitios o predios de liberación), dónde se desarrollarán los ensayos experimentales es de 40 hectáreas (la suma de los tres sitios o predios de liberación), superficie dónde se realizarán los 4 protocolos experimentales. Para conocer la superficie de cada uno de los sitos o predios, por favor referirse al siguiente inciso.

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

Los predios (sitios de liberación) se encuentran dentro del área de liberación dónde se pretende realizar la experimentación. El área de liberación es la zona que tiene vocación agrícola riego y temporal (según la cartografía de Uso de Suelo y Vegetación. CONABIO, 2009) y se encuentra dentro de la ecorregión Piedemontes y Planicies con pastizales, matorral xerófilo y bosques de encinos y coníferas (12.1.2.1). Estos predios (sitios de liberación) se localizan en los municipios de Temosachi, Namiquipa y Guerrero en el Estado de Chihuahua.

Predio 1. TEMOSACHI

1. **Superficie: 30** Ha

2. **Prácticas Agrícolas y rotación de cultivo**

a). Siembras anteriores.
Maíz
b). Siembras de los vecinos.
Maíz
c). Plagas presentes con más frecuencia.
Gusano cogollero, diabrótica y gallina ciega
d). Enfermedades presentes con más frecuencia.
No mencionó
e). Maleza que más abundan.
Zacate de agua, palocotes y zacate Johnson
f). Productos químicos que utiliza con más frecuencia.
No mencionó
g).Fertilizantes que ha estado usando.
No mencionó
h).Numero de riegos que da.
2 a 3 dependiendo de la temperatura y disponibilidad de agua
i). Rendimiento obtenido en los dos últimos años.
No especificó

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

PREDIO 2. NAMIQUIPA

1. **Superficie:** 8 Ha.
2. **Prácticas agrícolas y rotación de cultivo**

a). Siembras anteriores.

Maíz

b). Siembras de los vecinos.

Manzanas y avena

c). Plagas presentes con más frecuencia.

Gusano cogollero, diabrótica y gallina ciega

d). Enfermedades presentes con más frecuencia.

Royas.

e). Maleza que más abundan.

Palocotes y zacates

f). Productos químicos que utiliza con más frecuencia.

No mencionó

g).Fertilizantes que ha estado usando.

No mencionó

h).Numero de riegos que da.

3 a 4 riegos

i). Rendimiento obtenido en los dos últimos años.

No especificó

PREDIO 3. GUERRERO

1. **Superficie:** 2 Ha.

2. **Prácticas agrícolas y rotación de cultivos.**

a). Siembras anteriores.

Avena.

b). Siembras de los vecinos.

Avena y alfalfa

c). Plagas presentes con más frecuencia.

Cogollero y gallina ciega.

d). Enfermedades presentes con más frecuencia.

No mencionó

e). Maleza que más abundan.

Polocote (*Helianthus annuus* L.), zacates varios

f). Productos químicos que utiliza con más frecuencia.

No mencionó

g).Fertilizantes que ha estado usando.

Urea y fertilización organica

h).Numero de riegos que da.

De 3 a 4 riegos

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

i**). Rendimiento obtenido en los dos últimos años.**

No especificó

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

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

1. Listado de especies sexualmente compatibles y de las especies que tengan interacción en el área de liberación y en zonas vecinas a éstos

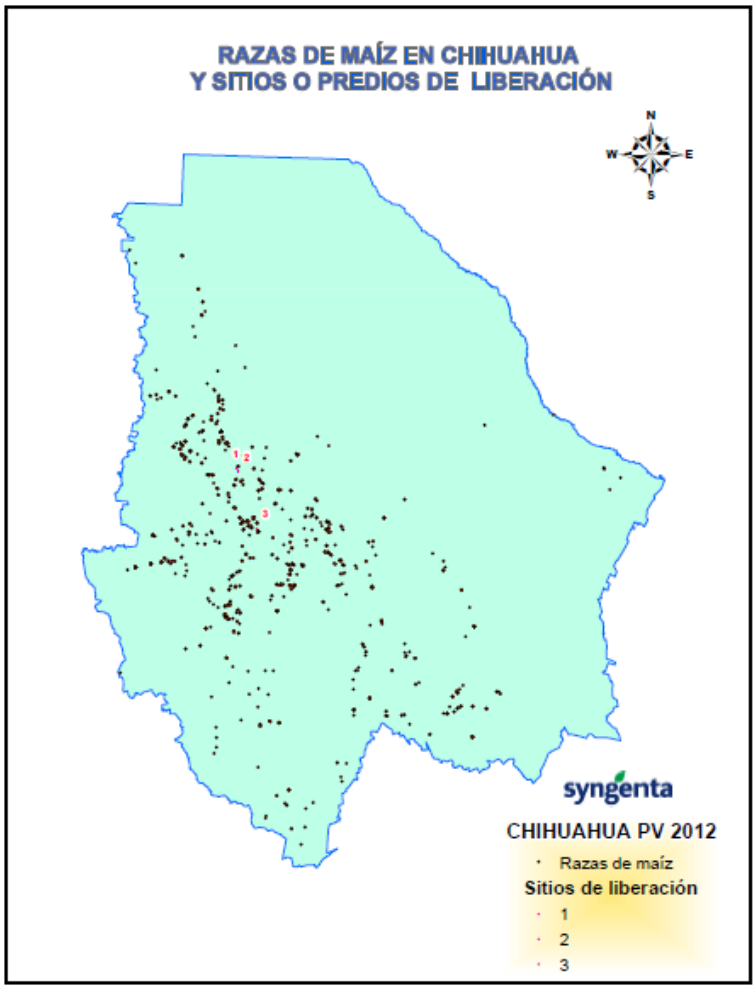


Figura 15 . Mapa de distribución de Razas de maíz en el Estado de Chihuahua**.**

Para la elaboración de este mapa se utilizó como Fuente de datos:
http://www.biodiversidad.gob.mx/genes/proyectoMaices.html

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

En la figura 16, se muestra la distribución de razas de maíz reportadas para el Estado de Chihuahuas y en la tabla 8 se presenta un listado de razas de maíz presentes en los municipios Temosachi, Namiquipa y Guerrero, en los que se encuentran los sitios o predios de liberación.

Tabla 9 Presencia de razas de maíz en los municipios donde se encuentran los sitios o predios de liberación en el Estado de Chihuahua.

Año Colecta	Raza	Estado	Municipio	Localidad	Longitud	Latitud	Nombre común	Tipo de riego
1943	Cristalino de Chihuahua	CHIHUAHUA	GUERRERO	Ejido Guerrero	-107,483333	28,5666667	maíz amarillo, maíz amarillo bola, maíz azul, maíz bola, maíz dulce, maíz pepitillo, maíz perlilla blanco, maíz Tulancingo, maíz violento	
1943	ND	CHIHUAHUA	GUERRERO	Guerrero	-107,483333	28,5666667	maíz amarillo temporalero, maíz azul, maíz blanco mejorado, maíz blanco temporalero, maíz dulce, maíz gordo, maíz hembra, maíz hembra amarillo, maíz llorón, maíz mexicano de junio	
1943	ND	CHIHUAHUA	GUERRERO	Guerrero	-107,483333	28,5666667	maíz amarillo temporalero, maíz azul, maíz blanco mejorado, maíz blanco temporalero, maíz dulce, maíz gordo, maíz hembra, maíz hembra amarillo, maíz llorón, maíz mexicano de junio	
1969	Apachito	CHIHUAHUA	GUERRERO	Guerrero	-107,483333	28,5666667	maíz rosita	
1969	Cristalino de Chihuahua	CHIHUAHUA	GUERRERO	Guerrero	-107,483333	28,5666667	maíz amarillo, maíz amarillo bola, maíz azul, maíz bola, maíz dulce, maíz pepitillo, maíz perlilla blanco, maíz Tulancingo, maíz violento	
1969	ND	CHIHUAHUA	GUERRERO	Guerrero	-107,483333	28,5666667	maíz amarillo temporalero, maíz azul, maíz blanco mejorado, maíz blanco temporalero, maíz dulce, maíz gordo, maíz hembra, maíz hembra amarillo, maíz llorón, maíz mexicano de junio	
1969	Cristalino de Chihuahua	CHIHUAHUA	GUERRERO	Guerrero	-107,483333	28,5666667	maíz amarillo, maíz amarillo bola, maíz azul, maíz bola, maíz dulce, maíz pepitillo, maíz perlilla blanco, maíz	

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

							Tulancingo, maíz violento
1969	Cristalino de Chihuahua	CHIHUAHUA	GUERRERO	Guerrero	-107,483333	28,5666667	maíz amarillo, maíz amarillo bola, maíz azul, maíz bola, maíz dulce, maíz pepitillo, maíz perlilla blanco, maíz Tulancingo, maíz violento
1969	Cristalino de Chihuahua	CHIHUAHUA	GUERRERO	Guerrero	-107,483333	28,5666667	maíz amarillo, maíz amarillo bola, maíz azul, maíz bola, maíz dulce, maíz pepitillo, maíz perlilla blanco, maíz Tulancingo, maíz violento
1969	Cónico Norteño	CHIHUAHUA	GUERRERO	Guerrero	-107,483333	28,5666667	maíz temporalero, maíz Tulancingo
1969	Cónico Norteño	CHIHUAHUA	GUERRERO	Guerrero	-107,483333	28,5666667	maíz temporalero, maíz Tulancingo
1969	Cristalino de Chihuahua	CHIHUAHUA	GUERRERO	Guerrero	-107,483333	28,5666667	maíz amarillo, maíz amarillo bola, maíz azul, maíz bola, maíz dulce, maíz pepitillo, maíz perlilla blanco, maíz Tulancingo, maíz violento
1969	Cristalino de Chihuahua	CHIHUAHUA	GUERRERO	Guerrero	-107,483333	28,5666667	maíz amarillo, maíz amarillo bola, maíz azul, maíz bola, maíz dulce, maíz pepitillo, maíz perlilla blanco, maíz Tulancingo, maíz violento
1969	Cristalino de Chihuahua	CHIHUAHUA	TEMOSACHI	Tocomorochic	-107,85	28,9666667	maíz tello
1969	Apachito	CHIHUAHUA	TEMOSACHI	Tocomorochic	-107,85	28,9666667	maíz de agua
1969	Tabloncillo	CHIHUAHUA	TEMOSACHI	Tocomorochic	-107,85	28,9666667	maíz ocho carreras
1969	ND	CHIHUAHUA	TEMOSACHI	Mesa de Correo	-108,016667	28,4333333	maíz cafime, maíz gordo, maíz hembra, maíz ocho carreras, maíz perla blanco, maíz perlillo
1969	ND	CHIHUAHUA	GUERRERO	Guerrero	-107,483333	28,5666667	maíz amarillo temporalero, maíz azul, maíz blanco mejorado, maíz blanco temporalero, maíz dulce, maíz gordo, maíz hembra, maíz hembra amarillo, maíz llorón, maíz mexicano de junio
1969	Gordo	CHIHUAHUA	GUERRERO	La Junta	-107,333333	28,4833333	maíz gordo

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

1969	Cónico Norteño	CHIHUAHUA	GUERRERO	La Junta	-107,333333	28,4833333	maíz temporalero, maíz Tulancingo
1969	ND	CHIHUAHUA	GUERRERO	La Junta	-107,333333	28,4833333	maíz amarillo temporalero, maíz azul, maíz blanco mejorado, maíz blanco temporalero, maíz dulce, maíz gordo, maíz hembra, maíz hembra amarillo, maíz llorón, maíz mexicano de junio
1969	Cristalino de Chihuahua	CHIHUAHUA	GUERRERO	La Junta	-107,333333	28,4833333	maíz amarillo, maíz amarillo bola, maíz azul, maíz bola, maíz dulce, maíz pepitillo, maíz perlilla blanco, maíz Tulancingo, maíz violento
1969	ND	CHIHUAHUA	GUERRERO	La Junta	-107,333333	28,4833333	maíz amarillo temporalero, maíz azul, maíz blanco mejorado, maíz blanco temporalero, maíz dulce, maíz gordo, maíz hembra, maíz hembra amarillo, maíz llorón, maíz mexicano de junio
1969	Celaya	CHIHUAHUA	GUERRERO	La Junta	-107,333333	28,4833333	
1969	Cristalino de Chihuahua	CHIHUAHUA	GUERRERO	La Junta	-107,333333	28,4833333	maíz amarillo, maíz amarillo bola, maíz azul, maíz bola, maíz dulce, maíz pepitillo, maíz perlilla blanco, maíz Tulancingo, maíz violento
1960	Cristalino de Chihuahua	CHIHUAHUA	GUERRERO	La Junta	-107,333333	28,4833333	maíz amarillo, maíz amarillo bola, maíz azul, maíz bola, maíz dulce, maíz pepitillo, maíz perlilla blanco, maíz Tulancingo, maíz violento
9999	Tuxpeño Norteño	CHIHUAHUA	TEMOSACHI	Temosachi	-107,8	28,9666667	
9999	Cristalino de Chihuahua	CHIHUAHUA	TEMOSACHI	Temosachi	-107,8	28,9666667	maíz tello
9999	Tuxpeño Norteño	CHIHUAHUA	TEMOSACHI	Temosachi	-107,8	28,9666667	
9999	Chalqueño	CHIHUAHUA	TEMOSACHI	Temosachi	-107,8	28,9666667	
1969	Azul	CHIHUAHUA	GUERRERO	Guerrero	-107,483333	28,5666667	maíz azul
1969	Gordo	CHIHUAHUA	GUERRERO	Guerrero	-107,483333	28,5666667	maíz gordo
1969	Azul	CHIHUAHUA	TEMOSACHI	Tocomorochic	-107,85	28,9666667	maíz rosero

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

1969	Cristalino de Chihuahua	CHIHUAHUA	GUERRERO	La Junta	-107,333333	28,4833333	maíz amarillo, maíz amarillo bola, maíz azul, maíz bola, maíz dulce, maíz pepitillo, maíz perlilla blanco, maíz Tulancingo, maíz violento
1969	Cristalino de Chihuahua	CHIHUAHUA	GUERRERO	La Junta	-107,333333	28,4833333	maíz amarillo, maíz amarillo bola, maíz azul, maíz bola, maíz dulce, maíz pepitillo, maíz perlilla blanco, maíz Tulancingo, maíz violento
1998	Cristalino de Chihuahua	CHIHUAHUA	TEMOSACHI	Yepomera	-107,9124	29,06523	maíz de ocho carreras, maíz olote, maíz pepitilla, maíz perlilla, maíz perlilla blanco, maíz perlillo, maíz rosero, maíz rosita
1998	Cristalino de Chihuahua	CHIHUAHUA	TEMOSACHI	Yepomera	-107,9124	29,06523	maíz de ocho carreras, maíz olote, maíz pepitilla, maíz perlilla, maíz perlilla blanco, maíz perlillo, maíz rosero, maíz rosita
1998	Cristalino de Chihuahua	CHIHUAHUA	TEMOSACHI	Yepomera	-107,9124	29,06523	maíz de ocho carreras, maíz olote, maíz pepitilla, maíz perlilla, maíz perlilla blanco, maíz perlillo, maíz rosero, maíz rosita
1998	Cristalino de Chihuahua	CHIHUAHUA	NAMIQUIPA	Colonia Independencia	-107,55	29,05	
1998	Celaya	CHIHUAHUA	NAMIQUIPA	Colonia Independencia	-107,55	29,05	
1998	Cónico Norteño	CHIHUAHUA	NAMIQUIPA	Colonia Independencia	-107,55	29,05	
1998	Cristalino de Chihuahua	CHIHUAHUA	TEMOSACHI	Los Leones	-107,833333	28,9666667	maíz tello
1998	Cónico Norteño	CHIHUAHUA	NAMIQUIPA	Guadalupe Victoria (El Picacho)	-107,39028	29,03472	
1998	Cónico Norteño	CHIHUAHUA	NAMIQUIPA	Guadalupe Victoria (El Picacho), [Ejido Guadalupe Victoria]	-107,39028	29,03472	
1998	Cristalino de Chihuahua	CHIHUAHUA	NAMIQUIPA	Colonia Salvador	-107,566667	28,9333333	

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

				Gómez y Gómez			
1998	Celaya	CHIHUAHUA	NAMIQUIPA	Colonia Salvador Gómez y Gómez	-107,566667	28,9333333	
1998	Cristalino de Chihuahua	CHIHUAHUA	NAMIQUIPA	Gómez y Gómez	-107,566667	28,9333333	
1998	Cristalino de Chihuahua	CHIHUAHUA	NAMIQUIPA	Colonia Salvador Gómez y Gómez	-107,566667	28,9333333	
1998	Cónico Norteño	CHIHUAHUA	NAMIQUIPA	Colonia Ruiz Cortínez	-107,516667	28,9166667	
1998	Cónico Norteño	CHIHUAHUA	NAMIQUIPA	Colonia Ruiz Cortínez	-107,516667	28,9166667	
1998	Cristalino de Chihuahua	CHIHUAHUA	TEMOSACHI	Temosachic	-107,833333	28,9666667	maíz tello
1998	Cristalino de Chihuahua	CHIHUAHUA	TEMOSACHI	Temosachic	-107,833333	28,9666667	maíz tello
1998	Cristalino de Chihuahua	CHIHUAHUA	TEMOSACHI	Temosachic	-107,833333	28,9666667	maíz tello
1998	Gordo	CHIHUAHUA	TEMOSACHI	Temosachic	-107,833333	28,9666667	
1998	Cristalino de Chihuahua	CHIHUAHUA	TEMOSACHI	Temosachic	-107,833333	28,9666667	maíz tello
1998	Cristalino de Chihuahua	CHIHUAHUA	GUERRERO	Rancho Colorado	-107,516667	28,6	maíz amarillo, maíz amarillo bola, maíz azul, maíz bola, maíz dulce, maíz pepitillo, maíz perlilla blanco, maíz Tulancingo, maíz violento
1998	Gordo	CHIHUAHUA	GUERRERO	Basuchil	-107,4	28,5166667	maíz gordo
1998	Cristalino de Chihuahua	CHIHUAHUA	GUERRERO	Basuchil	-107,4	28,5166667	maíz amarillo, maíz amarillo bola, maíz azul, maíz bola, maíz dulce, maíz pepitillo, maíz perlilla blanco, maíz Tulancingo, maíz violento
1998	Cónico Norteño	CHIHUAHUA	GUERRERO	Pachera	-107,4	28,25	maíz temporalero, maíz Tulancingo
1998	Celaya	CHIHUAHUA	GUERRERO	Rancho Colorado	-107,516667	28,6	

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

1998	Cristalino de Chihuahua	CHIHUAHUA	GUERRERO	Baje de Agua	-107,5	28,55	maíz amarillo, maíz amarillo bola, maíz azul, maíz bola, maíz dulce, maíz pepitillo, maíz perlilla blanco, maíz Tulancingo, maíz violento
1998	Cónico Norteño	CHIHUAHUA	GUERRERO	San Juan	-107,5	28,55	maíz temporalero, maíz Tulancingo
1998	Apachito	CHIHUAHUA	GUERRERO	Miñaca	-107,416667	28,45	maíz rosita
1998	Tabloncillo	CHIHUAHUA	GUERRERO	Tacuba	-107,483333	28,35	
1998	Cónico Norteño	CHIHUAHUA	GUERRERO	Pascual Orozco	-107,433333	28,5666667	maíz temporalero, maíz Tulancingo
1998	Cristalino de Chihuahua	CHIHUAHUA	GUERRERO	Rancho Colorado	-107,516667	28,6	maíz amarillo, maíz amarillo bola, maíz azul, maíz bola, maíz dulce, maíz pepitillo, maíz perlilla blanco, maíz Tulancingo, maíz violento
1998	Cónico Norteño	CHIHUAHUA	GUERRERO	Santo Tomás	-107,566667	28,6833333	maíz temporalero, maíz Tulancingo
1998	Cónico Norteño	CHIHUAHUA	GUERRERO	Baje de Agua	-107,5	28,55	maíz temporalero, maíz Tulancingo
1998	Cristalino de Chihuahua	CHIHUAHUA	GUERRERO	Pascual Orozco	-107,433333	28,5666667	maíz amarillo, maíz amarillo bola, maíz azul, maíz bola, maíz dulce, maíz pepitillo, maíz perlilla blanco, maíz Tulancingo, maíz violento
1998	Cónico Norteño	CHIHUAHUA	GUERRERO	Basuchil	-107,4	28,5166667	maíz temporalero, maíz Tulancingo
1998	Cristalino de Chihuahua	CHIHUAHUA	GUERRERO	Baje de Agua	-107,5	28,55	maíz amarillo, maíz amarillo bola, maíz azul, maíz bola, maíz dulce, maíz pepitillo, maíz perlilla blanco, maíz Tulancingo, maíz violento
1998	Cristalino de Chihuahua	CHIHUAHUA	GUERRERO	Rancho Colorado	-107,516667	28,6	maíz amarillo, maíz amarillo bola, maíz azul, maíz bola, maíz dulce, maíz pepitillo, maíz perlilla blanco, maíz Tulancingo, maíz violento
1998	Cristalino de Chihuahua	CHIHUAHUA	GUERRERO	San Miguel de Ortiz	-107,366667	28,25	maíz amarillo, maíz amarillo bola, maíz azul, maíz bola, maíz dulce, maíz pepitillo, maíz perlilla blanco, maíz Tulancingo, maíz violento

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

1998	Cristalino de Chihuahua	CHIHUAHUA	GUERRERO	Santo Tomás	-107,566667	28,6833333	maíz amarillo, maíz amarillo bola, maíz azul, maíz bola, maíz dulce, maíz pepitillo, maíz perlilla blanco, maíz Tulancingo, maíz violento
1998	Cristalino de Chihuahua	CHIHUAHUA	GUERRERO	Santo Tomás	-107,566667	28,6833333	maíz amarillo, maíz amarillo bola, maíz azul, maíz bola, maíz dulce, maíz pepitillo, maíz perlilla blanco, maíz Tulancingo, maíz violento
1998	Cristalino de Chihuahua	CHIHUAHUA	GUERRERO	Pachera	-107,4	28,25	maíz amarillo, maíz amarillo bola, maíz azul, maíz bola, maíz dulce, maíz pepitillo, maíz perlilla blanco, maíz Tulancingo, maíz violento
1998	Cónico Norteño	CHIHUAHUA	GUERRERO	Páramo de Morelos	-107,183333	28,4333333	maíz temporalero, maíz Tulancingo
1998	Cónico Norteño	CHIHUAHUA	GUERRERO	Baje de Agua	-107,5	28,55	maíz temporalero, maíz Tulancingo
1998	Cristalino de Chihuahua	CHIHUAHUA	GUERRERO	San Juan Guerrero	-107,5	28,55	maíz amarillo, maíz amarillo bola, maíz azul, maíz bola, maíz dulce, maíz pepitillo, maíz perlilla blanco, maíz Tulancingo, maíz violento
1998	Cristalino de Chihuahua	CHIHUAHUA	GUERRERO	Pascual Orozco	-107,433333	28,5666667	maíz amarillo, maíz amarillo bola, maíz azul, maíz bola, maíz dulce, maíz pepitillo, maíz perlilla blanco, maíz Tulancingo, maíz violento
1998	Cónico Norteño	CHIHUAHUA	GUERRERO	Baje de Agua	-107,5	28,55	maíz temporalero, maíz Tulancingo
1998	Cónico Norteño	CHIHUAHUA	GUERRERO	Pascual Orozco	-107,433333	28,5666667	maíz temporalero, maíz Tulancingo
1998	Cristalino de Chihuahua	CHIHUAHUA	GUERRERO	Santo Tomás	-107,566667	28,6833333	maíz amarillo, maíz amarillo bola, maíz azul, maíz bola, maíz dulce, maíz pepitillo, maíz perlilla blanco, maíz Tulancingo, maíz violento
1998	Cónico Norteño	CHIHUAHUA	GUERRERO	Pascual Orozco	-107,433333	28,5666667	maíz temporalero, maíz Tulancingo
1998	Cristalino de Chihuahua	CHIHUAHUA	GUERRERO	Pachera	-107,4	28,25	maíz amarillo, maíz amarillo bola, maíz azul, maíz bola, maíz dulce, maíz pepitillo, maíz perlilla blanco, maíz

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

							Tulancingo, maíz violento
1998	Cristalino de Chihuahua	CHIHUAHUA	GUERRERO	Rancho Colorado	-107,516667	28,6	maíz amarillo, maíz amarillo bola, maíz azul, maíz bola, maíz dulce, maíz pepitillo, maíz perlilla blanco, maíz Tulancingo, maíz violento
1998	Cristalino de Chihuahua	CHIHUAHUA	GUERRERO	Santo Tomás	-107,566667	28,6833333	maíz amarillo, maíz amarillo bola, maíz azul, maíz bola, maíz dulce, maíz pepitillo, maíz perlilla blanco, maíz Tulancingo, maíz violento
1998	Cónico Norteño	CHIHUAHUA	GUERRERO	El Cajonero	-107,5	28,55	maíz temporalero, maíz Tulancingo
1998	Cristalino de Chihuahua	CHIHUAHUA	GUERRERO	Santo Tomás	-107,566667	28,6833333	maíz amarillo, maíz amarillo bola, maíz azul, maíz bola, maíz dulce, maíz pepitillo, maíz perlilla blanco, maíz Tulancingo, maíz violento
1998	Azul	CHIHUAHUA	GUERRERO	Basuchil	-107,4	28,5166667	maíz azul
1998	Cónico Norteño	CHIHUAHUA	GUERRERO	El Nogal y anexos	-107,65	28,5666667	maíz temporalero, maíz Tulancingo
1998	Tablilla de Ocho	CHIHUAHUA	GUERRERO	Pascual Orozco	-107,433333	28,5666667	
1998	Cónico Norteño	CHIHUAHUA	GUERRERO	Rancho Colorado	-107,516667	28,6	maíz temporalero, maíz Tulancingo
1998	Gordo	CHIHUAHUA	GUERRERO	Páramo de Morelos	-107,183333	28,4333333	maíz gordo
1998	Cónico Norteño	CHIHUAHUA	GUERRERO	La Junta	-107,5	28,55	maíz temporalero, maíz Tulancingo
1998	Cónico Norteño	CHIHUAHUA	GUERRERO	Tacuba	-107,483333	28,35	maíz temporalero, maíz Tulancingo
1969	Gordo	CHIHUAHUA	GUERRERO	Guerrero	-107,483333	28,5666667	maíz gordo
1998	Bolita	CHIHUAHUA	TEMOSACHI	Temosachic	-107,833333	28,9666667	
1998	Bolita	CHIHUAHUA	GUERRERO	El Nogal y anexos	-107,65	28,5666667	

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

2009	Cónico Norteño	CHIHUAHUA	GUERRERO	Basúchil	-107,397972	28,5165272	maíz cafime, maíz gordo, maíz temporal blanco, maíz temporalero amarillo, maíz temporalero blanco, maíz Tulancingo amarillo, maíz Tulancingo blanco	Temporal
2009	Apachito	CHIHUAHUA	GUERRERO	Santo Tomás	-107,583	28,6857778	maíz blanco, maíz chato, maíz ocho carreras	Otro
2009	Cristalino de Chihuahua	CHIHUAHUA	GUERRERO	Guadalupe	-107,474808	28,5028325	maíz amarillo, maíz blanco, maíz hembra, maíz ocho carreras, maíz ocho carreras amarillo, maíz perlilla, maíz temporalero	Temporal
2009	Cristalino de Chihuahua	CHIHUAHUA	GUERRERO	Guadalupe	-107,477997	28,4935283	maíz amarillo, maíz blanco, maíz hembra, maíz ocho carreras, maíz ocho carreras amarillo, maíz perlilla, maíz temporalero	Temporal
2009	Azul	CHIHUAHUA	GUERRERO	Guadalupe	-107,477997	28,4935283	maíz azul, maíz azul de ocho carreras	Temporal
2009	Celaya	CHIHUAHUA	GUERRERO	Pascual Orozco	-107,441307	28,5769731	maíz bola, maíz criollo blanco, maíz pepitillo blanco, maíz perlilla blanco, maíz temporalero blanco	Temporal
2009	Celaya	CHIHUAHUA	GUERRERO	Rancho Borja	-107,419586	28,5288619	maíz bola, maíz criollo blanco, maíz pepitillo blanco, maíz perlilla blanco, maíz temporalero blanco	Riego
2009	Gordo	CHIHUAHUA	GUERRERO	Rancho Borja	-107,419586	28,5288619	maíz gordo, maíz temporalero blanco	Riego
2009	Gordo	CHIHUAHUA	GUERRERO	Calera	-107,38208	28,5916386	maíz gordo, maíz temporalero blanco	
2009	Cónico Norteño	CHIHUAHUA	GUERRERO	Calera	-107,38208	28,5916386	maíz cafime, maíz gordo, maíz temporal blanco, maíz temporalero amarillo, maíz temporalero blanco, maíz Tulancingo amarillo, maíz Tulancingo blanco	Temporal
2009	Cónico Norteño	CHIHUAHUA	GUERRERO	El Pinito	-107,378891	28,6061669	maíz cafime, maíz gordo, maíz temporal blanco, maíz temporalero amarillo, maíz temporalero blanco, maíz Tulancingo amarillo, maíz Tulancingo blanco	Temporal

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

2009	Cónico Norteño	CHIHUAHUA	NAMIQUIPA	Benito Juárez	-106,958443	29,1698608	maíz cafime, maíz jimulco, maíz perlilla, maíz Tulancingo, maíz Tulancingo blanco	Temporal
2009	Cónico Norteño	CHIHUAHUA	NAMIQUIPA	Benito Juárez	-106,961746	29,1653614	maíz cafime, maíz jimulco, maíz perlilla, maíz Tulancingo, maíz Tulancingo blanco	Temporal
2009	Cónico Norteño	CHIHUAHUA	NAMIQUIPA	Benito Juárez	-106,962524	29,1681939	maíz cafime, maíz jimulco, maíz perlilla, maíz Tulancingo, maíz Tulancingo blanco	Temporal
2009	Gordo	CHIHUAHUA	NAMIQUIPA	Benito Juárez	-106,962524	29,1681939	maíz gordo	Temporal
2009	Celaya	CHIHUAHUA	NAMIQUIPA	Benito Juárez	-106,958809	29,1713047	maíz amarillo Tulancingo, maíz blanco bola, maíz cafime, maíz pepitillo y Tulancingo revuelto, maíz perlilla, maíz Tulancingo amarillo	Temporal
2009	Celaya	CHIHUAHUA	NAMIQUIPA	Benito Juárez	-106,958862	29,1664944	maíz amarillo Tulancingo, maíz blanco bola, maíz cafime, maíz pepitillo y Tulancingo revuelto, maíz perlilla, maíz Tulancingo amarillo	Temporal
2009	Cónico Norteño	CHIHUAHUA	NAMIQUIPA	Benito Juárez	-106,967468	29,1656667	maíz cafime, maíz jimulco, maíz perlilla, maíz Tulancingo, maíz Tulancingo blanco	Temporal
2009	Cónico Norteño	CHIHUAHUA	NAMIQUIPA	Santa Catarina	-106,974724	29,177555	maíz cafime, maíz jimulco, maíz perlilla, maíz Tulancingo, maíz Tulancingo blanco	Temporal
2009	Cónico Norteño	CHIHUAHUA	GUERRERO	El Jagüey	-107,342858	28,5572778	maíz cafime, maíz gordo, maíz temporal blanco, maíz temporalero amarillo, maíz temporalero blanco, maíz Tulancingo amarillo, maíz Tulancingo blanco	Temporal
2009	Cónico Norteño	CHIHUAHUA	GUERRERO	El Jagüey	-107,341499	28,5579719	maíz cafime, maíz gordo, maíz temporal blanco, maíz temporalero amarillo, maíz temporalero blanco, maíz Tulancingo amarillo, maíz Tulancingo blanco	Temporal
2009	Gordo	CHIHUAHUA	GUERRERO	El Jagüey	-107,341499	28,5579719	maíz gordo, maíz temporalero blanco	Temporal
2009	Gordo	CHIHUAHUA	GUERRERO	El Jagüey	-107,343475	28,5583058	maíz gordo, maíz temporalero	Temporal

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

							blanco	
2009	Cónico Norteño	CHIHUAHUA	GUERRERO	Basúchil	-107,400276	28,5274447	maíz cafime, maíz gordo, maíz temporal blanco, maíz temporalero amarillo, maíz temporalero blanco, maíz Tulancingo amarillo, maíz Tulancingo blanco	Temporal
2009	Celaya	CHIHUAHUA	GUERRERO	Basúchil	-107,400276	28,5274447	maíz bola, maíz criollo blanco, maíz pepitillo blanco, maíz perlilla blanco, maíz temporalero blanco	Temporal
2009	Cónico Norteño	CHIHUAHUA	GUERRERO	Basúchil	-107,397972	28,5165272	maíz cafime, maíz gordo, maíz temporal blanco, maíz temporalero amarillo, maíz temporalero blanco, maíz Tulancingo amarillo, maíz Tulancingo blanco	Temporal
2009	Celaya	CHIHUAHUA	GUERRERO	Vista Hermosa	-107,813583	28,6266669	maíz bola, maíz criollo blanco, maíz pepitillo blanco, maíz perlilla blanco, maíz temporalero blanco	Temporal
2009	Cónico Norteño	CHIHUAHUA	NAMIQUIPA	Nvo. Namiquipa	-106,653419	29,2533342	maíz cafime, maíz jimulco, maíz perlilla, maíz Tulancingo, maíz Tulancingo blanco	Temporal
2009	Celaya	CHIHUAHUA	NAMIQUIPA	Ojos Azules	-106,768471	29,3317222	maíz amarillo Tulancingo, maíz blanco bola, maíz cafime, maíz pepitillo y Tulancingo revuelto, maíz perlilla, maíz Tulancingo amarillo	Temporal
2009	Cristalino de Chihuahua	CHIHUAHUA	TEMOSACHI	Los Leones	-107,960335	29,1435833	maíz apachito, maíz hembra, maíz ocho carreras, maíz tayito	Temporal
2009	Cónico Norteño	CHIHUAHUA	GUERRERO	San Juan	-107,493225	28,8894178	maíz cafime, maíz gordo, maíz temporal blanco, maíz temporalero amarillo, maíz temporalero blanco, maíz Tulancingo amarillo, maíz Tulancingo blanco	Temporal
2009	Celaya	CHIHUAHUA	NAMIQUIPA	Ruiz Cortínez	-107,502113	28,9306106	maíz amarillo Tulancingo, maíz blanco bola, maíz cafime, maíz pepitillo y Tulancingo revuelto, maíz perlilla, maíz Tulancingo	Temporal

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

							amarillo	
2009	Cristalino de Chihuahua	CHIHUAHUA	GUERRERO	El Nogal	-107,578613	28,0845833	maíz amarillo, maíz blanco, maíz hembra, maíz ocho carreras, maíz ocho carreras amarillo, maíz perlilla, maíz temporalero	Temporal
2009	Azul	CHIHUAHUA	GUERRERO	El Nogal	-107,578613	28,0845833	maíz azul, maíz azul de ocho carreras	Temporal
2009	Cristalino de Chihuahua	CHIHUAHUA	GUERRERO	El Nogal	-107,578613	28,0845833	maíz amarillo, maíz blanco, maíz hembra, maíz ocho carreras, maíz ocho carreras amarillo, maíz perlilla, maíz temporalero	Temporal
2009	Azul	CHIHUAHUA	GUERRERO	El Roble	-107,562943	28,0934447	maíz azul, maíz azul de ocho carreras	Temporal
2009	Apachito	CHIHUAHUA	GUERRERO	El Roble	-107,562943	28,0934447	maíz blanco, maíz chato, maíz ocho carreras	Temporal
2009	Ratón	CHIHUAHUA	GUERRERO	El Alamito	-107,528893	28,1193886	maíz amarillo, maíz perlilla	Temporal
2009	Ratón	CHIHUAHUA	GUERRERO	La Aurora	-107,507363	28,1282786	maíz amarillo, maíz perlilla	Temporal
2009	Cristalino de Chihuahua	CHIHUAHUA	GUERRERO	Cebollas	-107,496002	28,1329994	maíz amarillo, maíz blanco, maíz hembra, maíz ocho carreras, maíz ocho carreras amarillo, maíz perlilla, maíz temporalero	Temporal
2009	Azul	CHIHUAHUA	GUERRERO	Arroyo ancho	-107,479637	28,2215272	maíz azul, maíz azul de ocho carreras	Temporal
2009	Cónico Norteño	CHIHUAHUA	GUERRERO	Arroyo ancho	-107,479637	28,2215272	maíz cafime, maíz gordo, maíz temporal blanco, maíz temporalero amarillo, maíz temporalero blanco, maíz Tulancingo amarillo, maíz Tulancingo blanco	Temporal
2009	Celaya	CHIHUAHUA	GUERRERO	Arroyo ancho	-107,479637	28,2215272	maíz bola, maíz criollo blanco, maíz pepitillo blanco, maíz perlilla blanco, maíz temporalero blanco	Temporal
2009	Tabloncillo	CHIHUAHUA	TEMOSACHI	Cocomorachi	-107,893753	28,7096672	maíz grueso, maíz ocho carreras	Temporal

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

2009	Azul	CHIHUAHUA	TEMOSACHI	Cocomorachi	-107,893753	28,7096672	maíz azul	Temporal
2009	Cristalino de Chihuahua	CHIHUAHUA	TEMOSACHI	San Isidro	-107,787697	28,8943328	maíz apachito, maíz hembra, maíz ocho carreras, maíz tayito	Temporal
2009	Cristalino de Chihuahua	CHIHUAHUA	GUERRERO	La Nopalera	-107,841309	28,4395828	maíz amarillo, maíz blanco, maíz hembra, maíz ocho carreras, maíz ocho carreras amarillo, maíz perlilla, maíz temporalero	Temporal
2009	Azul	CHIHUAHUA	GUERRERO	Tomochi	-107,853691	28,3581678	maíz azul, maíz azul de ocho carreras	Temporal
2009	Apachito	CHIHUAHUA	GUERRERO	Tomochi	-107,853691	28,3581678	maíz blanco, maíz chato, maíz ocho carreras	Temporal
2009	Cristalino de Chihuahua	CHIHUAHUA	GUERRERO	La Junta	-107,32917	28,4797783	maíz amarillo, maíz blanco, maíz hembra, maíz ocho carreras, maíz ocho carreras amarillo, maíz perlilla, maíz temporalero	Riego de auxilio
2009	Azul	CHIHUAHUA	GUERRERO	La Junta	-107,32917	28,4797783	maíz azul, maíz azul de ocho carreras	Riego de auxilio
2009	Cristalino de Chihuahua	CHIHUAHUA	GUERRERO	La Junta	-107,32917	28,4797783	maíz amarillo, maíz blanco, maíz hembra, maíz ocho carreras, maíz ocho carreras amarillo, maíz perlilla, maíz temporalero	Riego de auxilio
2009	Cristalino de Chihuahua	CHIHUAHUA	TEMOSACHI	La Concha	-107,877419	29,1110839	maíz apachito, maíz hembra, maíz ocho carreras, maíz tayito	Temporal
2009	Cristalino de Chihuahua	CHIHUAHUA	TEMOSACHI	Las Varas	-108,01389	28,45778	maíz apachito, maíz hembra, maíz ocho carreras, maíz tayito	Temporal
2009	Azul	CHIHUAHUA	TEMOSACHI	Las Varas	-108,01389	28,45778	maíz azul	Temporal
2009	Azul	CHIHUAHUA	TEMOSACHI	Las Varas	-108,015778	28,4573058	maíz azul	Temporal
2009	Ratón	CHIHUAHUA	TEMOSACHI	Las Varas	-108,015778	28,4573058	maíz ocho carreras	Temporal
2009	Cristalino de Chihuahua	CHIHUAHUA	TEMOSACHI	Tosanachi	-108,012337	28,5325567	maíz apachito, maíz hembra, maíz ocho carreras, maíz tayito	Temporal
2009	Azul	CHIHUAHUA	TEMOSACHI	Tosanachi	-108,012337	28,5325567	maíz azul	Temporal
2009	Tabloncillo	CHIHUAHUA	TEMOSACHI	Tosanachi	-107,990387	28,5128881	maíz grueso, maíz ocho	Temporal

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

							carreras	
2009	Apachito	CHIHUAHUA	GUERRERO	Cieneguita	-107,071167	28,3736114	maíz blanco, maíz chato, maíz ocho carreras	Temporal
2009	Azul	CHIHUAHUA	GUERRERO	Cieneguita	-107,711944	28,3747217	maíz azul, maíz azul de ocho carreras	Temporal
2009	Tabloncillo	CHIHUAHUA	GUERRERO	Río Verde	-107,75444	28,3866672	maíz ocho carreras	Temporal
2009	Cristalino de Chihuahua	CHIHUAHUA	GUERRERO	Basuchito	-107,786667	28,4561119	maíz amarillo, maíz blanco, maíz hembra, maíz ocho carreras, maíz ocho carreras amarillo, maíz perlilla, maíz temporalero	Temporal
2009	Tabloncillo	CHIHUAHUA	GUERRERO	Santa Rosa	-107,795555	28,4719447	maíz ocho carreras	Temporal
2009	Cónico Norteño	CHIHUAHUA	NAMIQUIPA	Cerro Pelón	-107,501114	29,1474992	maíz cafime, maíz jimulco, maíz perlilla, maíz Tulancingo, maíz Tulancingo blanco	Temporal
2009	Azul	CHIHUAHUA	NAMIQUIPA	Casas Coloradas	-107,417748	29,2221108	maíz azul	Temporal
2009	Tuxpeño Norteño	CHIHUAHUA	NAMIQUIPA	Casas Coloradas	-107,414474	29,2235564	maíz hembra	Riego
2009	Celaya	CHIHUAHUA	NAMIQUIPA	Guadalupe Victoria	-107,394447	29,0315839	maíz amarillo Tulancingo, maíz blanco bola, maíz cafime, maíz pepitillo y Tulancingo revuelto, maíz perlilla, maíz Tulancingo amarillo	Temporal
2009	Cónico Norteño	CHIHUAHUA	NAMIQUIPA	Granja los Pinos	-107,289253	29,1276111	maíz cafime, maíz jimulco, maíz perlilla, maíz Tulancingo, maíz Tulancingo blanco	Temporal
2009	Cónico Norteño	CHIHUAHUA	NAMIQUIPA	El Álamo Viejo	-107,276108	29,2221947	maíz cafime, maíz jimulco, maíz perlilla, maíz Tulancingo, maíz Tulancingo blanco	Temporal
2009	Cristalino de Chihuahua	CHIHUAHUA	TEMOSACHI	El Vallecillo	-108,077469	28,5092772	maíz apachito, maíz hembra, maíz ocho carreras, maíz tayito	Temporal
2009	Azul	CHIHUAHUA	TEMOSACHI	El Vallecillo	-108,077469	28,5092772	maíz azul	Temporal

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

2009	Azul	CHIHUAHUA	GUERRERO	Cerro Pelón	-107,944252	28,4408894	maíz azul, maíz azul de ocho carreras	Temporal
2009	Cristalino de Chihuahua	CHIHUAHUA	TEMOSACHI	La Solitrera	-108,352386	28,4134731	maíz apachito, maíz hembra, maíz ocho carreras, maíz tayito	Temporal
2009	Tabloncillo	CHIHUAHUA	TEMOSACHI	Yepachi	-108,37339	28,4124717	maíz grueso, maíz ocho carreras	Temporal
2009	Tabloncillo	CHIHUAHUA	TEMOSACHI	Tutuaca	-108,187531	28,474945	maíz grueso, maíz ocho carreras	Temporal
2009	Azul	CHIHUAHUA	TEMOSACHI	Tutuaca	-108,187531	28,474945	maíz azul	Temporal
2009	Azul	CHIHUAHUA	TEMOSACHI	Manapuchi	-108,137169	28,3928889	maíz azul	Temporal
2009	Tabloncillo	CHIHUAHUA	TEMOSACHI	Manapuchi	-108,137169	28,3928889	maíz grueso, maíz ocho carreras	Temporal
2009	Azul	CHIHUAHUA	GUERRERO	Sehuaibo	-108,073502	28,3423328	maíz azul, maíz azul de ocho carreras	Temporal
2009	Tabloncillo	CHIHUAHUA	TEMOSACHI	Sehua	-108,12986	28,3791389	maíz grueso, maíz ocho carreras	Temporal
2009	Cristalino de Chihuahua	CHIHUAHUA	GUERRERO	Rancho El Pinito	-107,927223	28,3605003	maíz amarillo, maíz blanco, maíz hembra, maíz ocho carreras, maíz ocho carreras amarillo, maíz perlilla, maíz temporalero	Temporal
2009	Azul	CHIHUAHUA	GUERRERO	Ejido Pachera	-107,44222	28,28284		Temporal
2009	Cristalino de Chihuahua	CHIHUAHUA	GUERRERO	Ejido Pachera	-107,44222	28,28284	maíz amarillo, maíz blanco criollo, maíz perla amarillo, maíz perlilla, maíz temporalero amarillo	Temporal
2009	Cristalino de Chihuahua	CHIHUAHUA	GUERRERO	Ejido Pachera	-107,44222	28,28284	maíz amarillo, maíz blanco criollo, maíz perla amarillo, maíz perlilla, maíz temporalero amarillo	Temporal
2009	Cristalino de Chihuahua	CHIHUAHUA	GUERRERO	Ejido Pachera	-107,44222	28,28284	maíz amarillo, maíz blanco criollo, maíz perla amarillo, maíz perlilla, maíz temporalero amarillo	Temporal
2009	Gordo	CHIHUAHUA	GUERRERO	Ejido Pachera	-107,44222	28,28284	maíz gordo	Temporal
2009	Azul	CHIHUAHUA	TEMOSACHI	Yepachi	-108,37222	28,42194	maíz azul	Temporal

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

2009	Tablilla de Ocho	CHIHUAHUA	TEMOSACHI	Yepachi	-108,37222	28,42194	maíz de ocho carreras blanco	Temporal
2009	Cristalino de Chihuahua	CHIHUAHUA	TEMOSACHI	Yepachi	-108,37222	28,42194	maíz blanco, maíz perlilla	Temporal
2009	Azul	CHIHUAHUA	TEMOSACHI	Yepachi	-108,37222	28,42194	maíz azul	Temporal
2009	Cristalino de Chihuahua	CHIHUAHUA	TEMOSACHI	Yepachi	-108,37222	28,42194	maíz blanco, maíz perlilla	Temporal
2009	Cristalino de Chihuahua	CHIHUAHUA	TEMOSACHI	Yepachi	-108,37222	28,42194	maíz blanco, maíz perlilla	Temporal
2009	Azul	CHIHUAHUA	TEMOSACHI	Yepachi	-108,37222	28,42194	maíz azul	Temporal
2009	Cónico Norteño	CHIHUAHUA	GUERRERO	El Pinito	-107,379167	28,6077778	maíz compuesto blanco, maíz rojo, maíz Tulancingo	Temporal
2009	Gordo	CHIHUAHUA	GUERRERO	Rancho de Borja	-107,431111	28,5277778	maíz gordo	Temporal
2009	Cónico Norteño	CHIHUAHUA	GUERRERO	Calera	-107,38	28,5936111	maíz compuesto blanco, maíz rojo, maíz Tulancingo	Temporal
2009	Gordo	CHIHUAHUA	GUERRERO	El Pinito	-107,379167	28,6077778	maíz gordo	Temporal
2009	Cristalino de Chihuahua	CHIHUAHUA	GUERRERO	El Pinito	-107,379167	28,6077778	maíz amarillo, maíz blanco criollo, maíz perla amarillo, maíz perlilla, maíz temporalero amarillo	Temporal
2009	Cristalino de Chihuahua	CHIHUAHUA	GUERRERO	Rancho de Borja	-107,431111	28,5277778	maíz amarillo, maíz blanco criollo, maíz perla amarillo, maíz perlilla, maíz temporalero amarillo	Temporal
2009	Cónico Norteño	CHIHUAHUA	GUERRERO	El Pinito	-107,379167	28,6077778	maíz compuesto blanco, maíz rojo, maíz Tulancingo	Temporal
2009	Gordo	CHIHUAHUA	GUERRERO	Pascual Orozco	-107,440833	28,5747222	maíz gordo	Temporal
2009	Cónico Norteño	CHIHUAHUA	GUERRERO	Pascual Orozco	-107,440833	28,5747222	maíz compuesto blanco, maíz rojo, maíz Tulancingo	Temporal
2009	Cónico Norteño	CHIHUAHUA	GUERRERO	El Pinito	-107,379167	28,6077778	maíz compuesto blanco, maíz rojo, maíz Tulancingo	Temporal
2009	Cónico Norteño	CHIHUAHUA	GUERRERO	Pascual Orozco	-107,440833	28,5747222	maíz compuesto blanco, maíz rojo, maíz Tulancingo	Temporal

Fuente de datos: http://www.biodiversidad.gob.mx/genes/proyectoMaices.html

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

2. Descripción geográfica

Es importante mencionar, que el área donde se pretende hacer la liberación experimental del maíz con tecnología Syngenta está comprendida en la ecorregión 12.1.2.1 Piedemontes y Planicies con pastizales, matorral xerófilo y bosques de encinos y coníferas de acuerdo a la cartografía "INEGI, CONABIO-INE. 2007. Ecorregiones Terrestres de México (escala de 1:1.000.000)" y en la zona de uso agrícola (riego y temporal) de acuerdo a la cartografía "Uso de suelo y vegetación modificado por CONABIO". CONABIO, 1999.

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

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

Los factores biogeográficos han desempeñado papeles de gran importancia en la historia evolutiva de la flora y la fauna de México, historia que aún se encuentra plasmada en la composición de especies, comunidades bióticas y ecosistemas actuales, en un patrón de regionalización biológica y ecológica a lo largo y ancho del país. Por ello, un bosque de pino y encino de la Sierra Madre Occidental de Chihuahua, aunque parecido en términos fisonómicos a un bosque de pino y encino de la Sierra Madre del Sur de Guerrero, comparte poco en términos de las especies dominantes de la comunidad.

Estas diferencias regionales en la historia biogeográfica y la distribución de los conjuntos de especies, se pueden delimitar cartográficamente utilizando el concepto de "ecorregiones", en donde las unidades se subdividen utilizando criterios ambientales, dados por tipos de vegetación con estructura y composición de especies de flora y fauna similares, por rasgos fisiográficos como sierras, mesetas, planicies y cuencas, así como por elementos del clima como humedad y temperatura.

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

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.



Figura 16 Ecorregiones terrestres de México Nivel IV. Cartografía empleada: "INEGI, CONABIO-INE. 2007. Ecorregiones Terrestres de México

Escala de 1:1.000.000)". Representación aproximada en escala 1: 14.000.000.

La figura 17 muestra dichas ecorregiones en el nivel IV, (escala de 1:1.000 .000), cuyo mapa está compuesto por 96 ecorregiones terrestres sin considerar los cuerpos de agua (INEGI-CONABIO-INE, 2007). Cada una de estas ecorregiones incluye uno o más ecosistemas, que a su vez incluyen distintas comunidades de flora y fauna. Si se comparan los grandes tipos de vegetación de México con las ecorregiones de nivel IV, se observa, por ejemplo, que la de Piedemontes y Planicies con pastizales, matorral xerófilo y bosques de encinos y coníferas (12.1.2.1) empata con la región con potencial agrícola según la cartografía de Uso de Suelo y Vegetación (CONABIO, 2009) de acuerdo con las historias biogeografía y ecológica locales. Esta concordancia regional se expresa en una composición de especies y en una diversidad y dominancia específica como lo podemos ver en la figura 18.

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

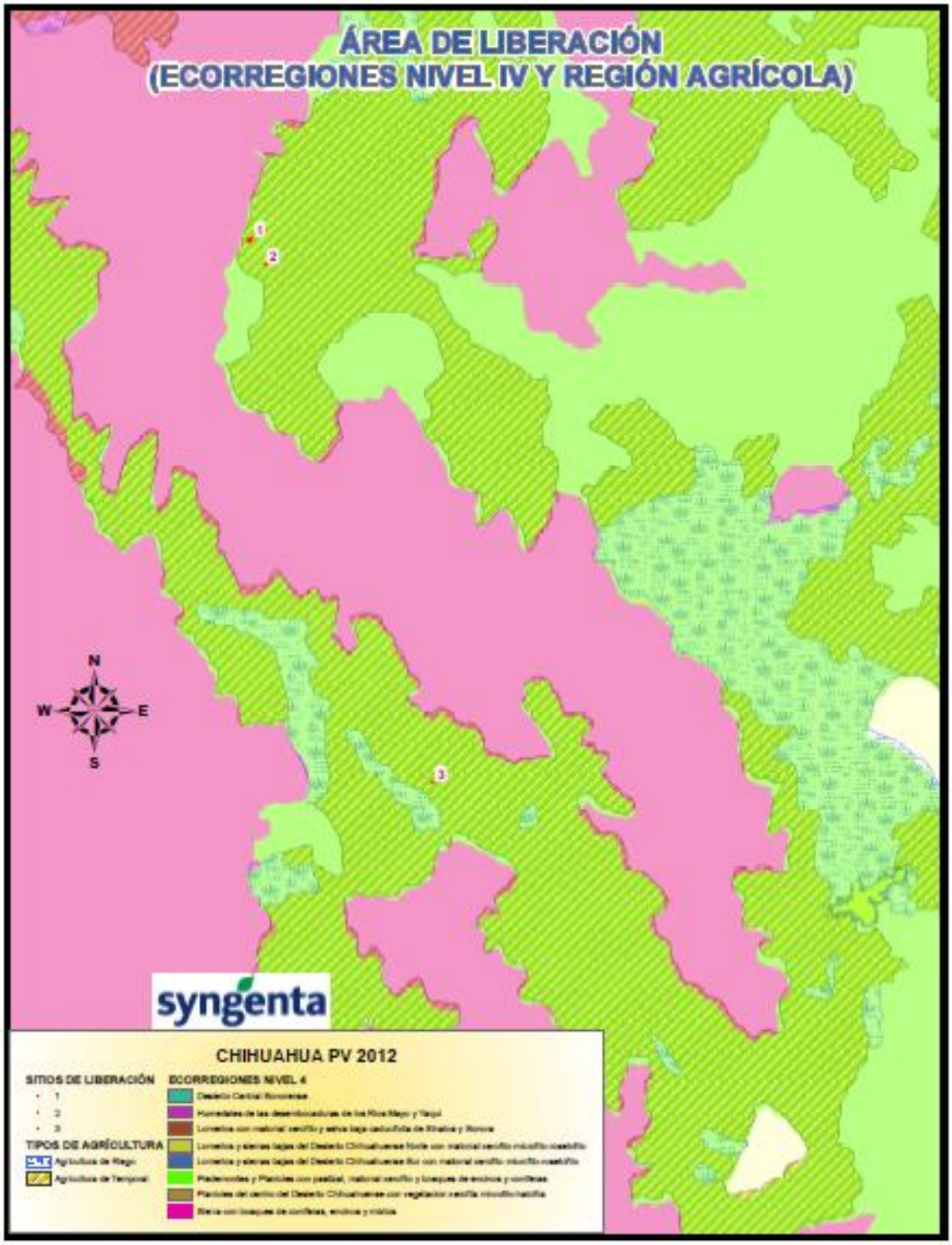


Figura 17 Ecorregiones terrestres de México Nivel IV y usos de suelo y vegetación presentes en el área de liberación en Chihuahua. Cartografía empleada:

Ecorregiones terrestres de México (escala de 1:1.000.000) CONABIO, 2007 " y "Uso de suelo y vegetación modificado por CONABIO". CONABIO, 1999. ESRI, 2008. Representación aproximada en escala 1: 500.000.

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

El área de liberación donde se pretende llevar a cabo la liberación experimental del maíz con tecnología Syngenta comprende el área con vocación agrícola y que empata con la ecorregión de Piedemontes y Planicies con pastizales, matorral xerófilo y bosques de encinos y coníferas y que además está dentro de los municipios de Temosachi, Namiquipa, Matachi, Guerrero, Bachiniva y Cuauhtémoc. Pero los sitios de liberación (predios) no necesariamente se encuentran en todos los municipios antes mencionados. Ya que para esta solicitud en cuestión, solo se llevará a cabo la experimentación Temosachi, Namiquipa y Guerrero (Ver figura 19).

Localización geográfica

- **TEMÓSACHI**[11]

Colinda al norte con Madera y Gómez Farías, al este con Guerrero y Matachí, al sur con Moris, Ocampo y Guerrero, y al oeste con Madera y el Estado de Sonora. La cabecera municipal tiene una distancia aproximada a la capital del estado de 228 kilómetros. Tiene 136 localidades, todas rurales. Los principales núcleos de población son Temósachi, cabecera municipal; las Secciones Municipales de Cocomórachi, Tosánachi, Tutuaca, Yepachi y Yepómera.

- **NAMIQUIPA**[12]

Namiquipa se encuentra localizado en la zona central del estado de Chihuahua, sus límites geografícos son al norte con el municipio de Buenaventura, al este con el municipio de Chihuahua, al sur con el municipio de Riva Palacio, el municipio de Cuauhtémoc y el municipio de Bachíniva, al suroeste con el municipio de Guerrero y con el municipio de Matachí, al oeste con el unicipio de Temósachi y el municipio de Gómez Farías y al noroeste con el municipio de Ignacio Zaragoza.

Su extensión territorial es de 4,212.58 km² que representan el 1.70% de la superficie total del estado de Chihuahua.

- **MATACHÍ**[13]

Está ubicado en la latitud norte 28º, 51', la longitud 107º 45' a una altitud de 1,950 metros sobre el nivel del mar. Colinda al norte con Gómez Farías, al este con Namiquipa, al sur con Guerrero y al oeste con Temósachi.

- **GUERRERO**[14]

Ubicado en la latitud 28°33', longitud 107°30'y a una altitud de 2,010 metros sobre el nivel del mar. Colinda al norte con Namiquipa y Matachí; al sur con Bocoyna, Carichí, Cusihuiriachi y Bachíniva y al oeste con Temosachi y Ocampo.

[11] Visitar: http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/chihuahua/Mpios/08063a.htm
[12] Visitar: http://es.wikipedia.org/wiki/Namiquipa_(municipio)
[13] Visitar: http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/chihuahua/Mpios/08043a.htm/
[14] Visitar: http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/chihuahua/Mpios/08031a.htm

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

Tiene 156 localidades, de las cuales 154 son rurales. Los principales núcleos de población son Ciudad Guerrero, Cabecera Municipal, las Secciones Municipales de Arisiachi, Basúchil, Guadalupe, Jesús Lugo, Estación Licenciado Adolfo López Mateos, Miñaca, Orozco, Pachera, Pahuiriachi, Santo Tomás, San Pablo de la Sierra, Tomochi y Estación Terrero, las localidades de Panamá, Morelos, San Isidro y la Concepción.

- **BACHINIVA**[15]

Se localiza en la latitud 28º48', longitud oeste 107º15', a una altitud de 2,020 metros sobre el nivel del mar. Colinda al norte con Namiquipa, al este con Cuauhtémoc, al sur con Guerrero y al oeste con Guerrero y Namiquipa.

- **CUAHTEMOC**[16]

Se localiza en la de latitud norte 28º 25''; longitud oeste 106º 52'; con una altitud de 2,060 metros sobre el nivel del mar. Colinda al norte con Namiquipa, al este con Riva Palacio, al sur con Cusihuiriachi y Gran Morelos y al oeste con Bachíniva y Guerrero. La cabecera municipal se encuentra a 103 kilómetros, aproximadamente, de la capital del estado.

[15] Visitar: http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/chihuahua/Mpios/08006a.htm
[16] Visitar: http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/chihuahua/Mpios/08017a.htm

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

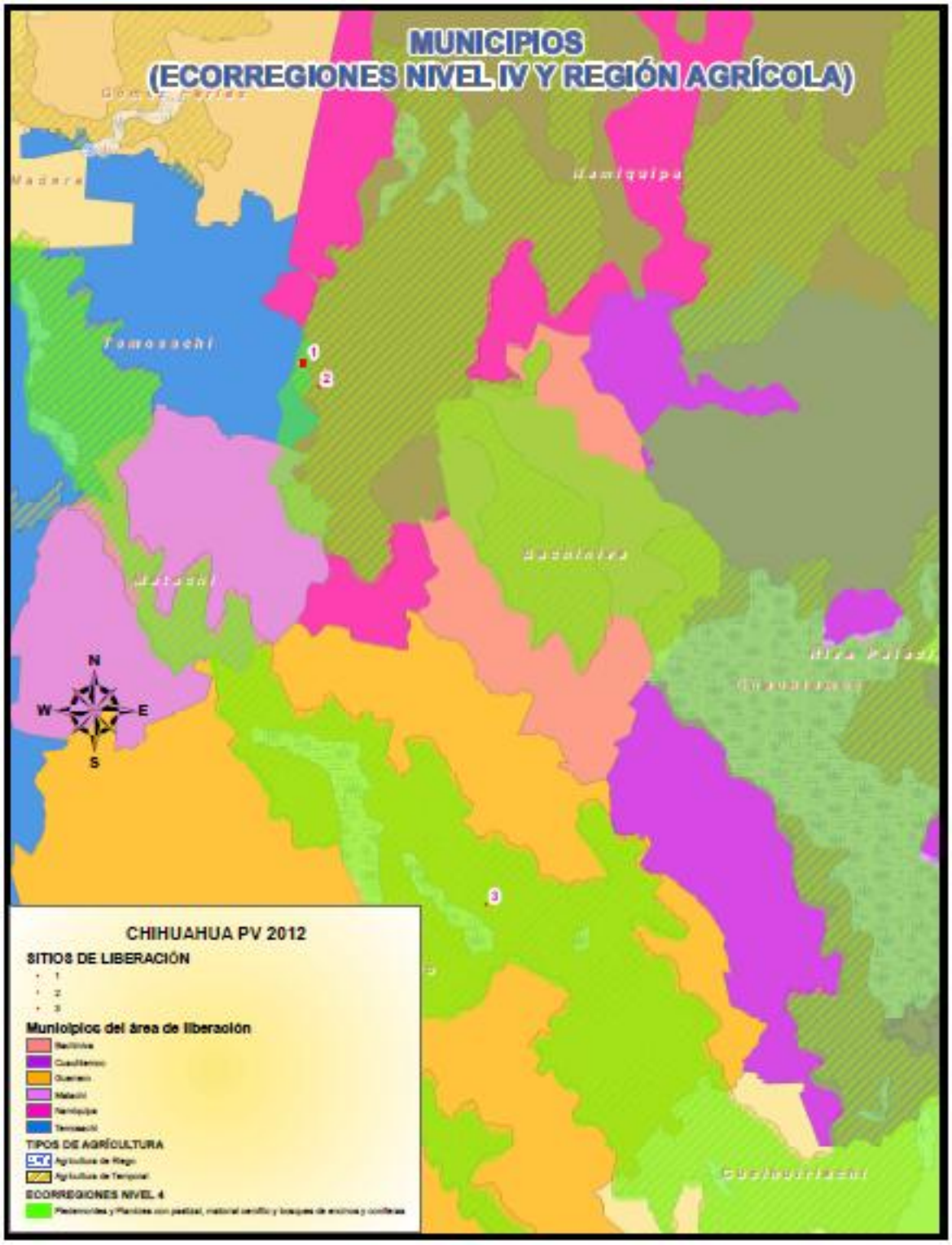


Figura 18 Área de liberación (Área dedicada exclusivamente a la actividad agrícola), sitios de liberación (3) y los Municipios que conforman el polígono de liberación en el Estado de Chihuahua.

Cartografía empleada: “Uso de suelo y vegetación modificado por CONABIO”. CONABIO, 1999 y “Áreas Urbanas de México”. ESRI, 2008. Representación aproximada en escala 1: 500.000.

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

TIPOS DE SUELO

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

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

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

Son muchos los procesos que pueden contribuir a crear un suelo particular, algunos de estos son la deposición eólica, sedimentación en cursos de agua, meteorización, y deposición de material orgánico.

Existen dos clasificaciones para los tipos de suelo, una según su funcionalidad y otra de acuerdo a sus características físicas.

Por funcionalidad

- Suelos arenosos: No retienen el agua, tienen muy poca materia orgánica y no son aptos para la agricultura, ya que por eso son tan coherentes.
- Suelos calizos: Tienen abundancia de sales calcáreas, son de color blanco, seco y árido, y no son buenos para la agricultura.
- Suelos humíferos (tierra negra): Tienen abundante materia orgánica en descomposición, de color oscuro, retienen bien el agua y son excelentes para el cultivo.
- Suelos arcillosos: Están formados por granos finos de color amarillento y retienen el agua formando charcos. Si se mezclan con humus pueden ser buenos para cultivar.
- Suelos pedregosos: Formados por rocas de todos los tamaños, no retienen el agua y no son buenos para el cultivo.
- Suelos mixtos: tiene características intermedias entre los suelos arenosos y los suelos arcillosos

Por características físicas

- Litosoles: Se considera un tipo de suelo que aparece en escarpas y afloramientos rocosos, su espesor es menor a 10 cm y sostiene una vegetación baja, se conoce también como leptosales que viene del griego leptos que significa delgado.
- Cambisoles: Son suelos jóvenes con proceso inicial de acumulación de arcilla. Se divide en vértigos, gleycos, eutrícos y crómicos.
- Luvisoles: Presentan un horizonte de acumulación de arcilla con saturación superior al 50%.

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

- Acrisoles: Presentan un marcado horizonte de acumulación de arcilla y bajo saturación de bases al 50%.
- Gleysoles: Presentan agua en forma permanente o semipermanente con fluctuaciones de nivel freático en los primeros 50 cm.
- Fluvisoles: Son suelos jóvenes formados por depósitos fluviales, la mayoría son ricos en calcio.
- Rendzina: Presenta un horizonte de aproximadamente 50 cm de profundidad. Es un suelo rico en materia orgánica sobre roca caliza.
- Vertisoles: Son suelos arcillosos de color negro, presentan procesos de contracción y expansión, se localizan en superficies de poca pendiente y cercanos escurrimientos superficiales.

Para el caso del área de liberación se hace una revisión de los tipos de suelos que predominan en los municipios que conforman dicha área, además de un mapa para representar de manera grafica la clasificación de suelos de acuerdo a sus características físicas (ver figura 20).

❖ **TEMÓSACHI**[17]

Los suelos dominantes son los kastañozems háplicos y lúvicos, encontrándose los háplicos con asociación de litosoles y xerosoles lúvicos.

El uso del suelo es fundamentalmente agrícola, ganadero y forestal. La tenencia de la tierra en su mayoría es privada con 287,690 hectáreas que representan el 61.3%. El régimen ejidal comprende 45,454 hectáreas que representan el 9.7%; a usos urbanos corresponden 192 hectáreas que significan el .040% del suelo total.

Uso del suelo y tipo de propiedad							
Uso del suelo	Privada		Ejidal		Comunal		Total
	Has.	%	Has.	%	Has.	%	Has.
Riego por gravedad	221	0.1	0	0.0	6	1.4	227
Riego por bombeo	32	0.0	0	0.0	0	0.0	32
Frutales en desarrollo	86	0.0	0	0.0	0	0.0	86
Frutales en producción	995	0.3	0	0.0	0	0.0	995
Temporal	8,028	2.8	6	0.0	160	37.2	8,194
Pastal	278,320	96.7	33,897	74.6	264	61.4	312,481
Forestal	8	0.0	11,551	25.4	0	0.0	11,559
Urbano	-	-	-	-	-	-	192
Superficie no identif.	-	-	-	-	-	-	135,180
Total	287,690	61.3	45,454	9.7	430	0.1	468,946

FUENTE: DGDUE, Coordinación Estatal de Catastro 1999.

❖ **NAMIQUIPA**[18]

[17] Visitar: http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/chihuahua/Mpios/08063a.htm
[18] Visitar: http://es.wikipedia.org/wiki/Namiquipa_(municipio)

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

Predominan por la porción occidental del municipio, los suelos kastañozems lúvicos de textura media en pendientes de nivel o cerriles, presentan asociaciones de litosoles, sin inclusión y en su fase lítica. En su porción central dominan los yermosoles y en la oriental los xerosoles lúvicos. El uso del suelo es básicamente ganadero y forestal.

En lo que respecta a la tenencia de la tierra, el régimen ejidal está integrado por 253,817 hectáreas que representan el 47.49%, el de pequeña propiedad por 225,085 hectáreas equivalentes al 42.11%, a usos urbanos corresponden 1,543 hectáreas que significan el 0.28% del suelo total.

Uso del suelo	Privada		Ejidal		Comunal		Total
	Has.	Porcentaje	Has.	Porcentaje	Has.	Porcentaje	Has.
Riego por gravedad	957	0.4	0	0.0	3	0.2	960
Riego por bombeo	226	0.1	0	0.0	0	0.0	226
Frutales en desarrollo	1,030	0.4	0	0.0	0	0.0	1,030
Frutales en producción	2,126	0.8	0	0.0	0	0.0	2,126
Temporal	42,582	16.8	0	0.0	19	1.2	42,601
Pastal	185,166	73.0	225,085	100.0	1,582	98.6	411,833
Forestal	21,567	8.5	0	0.0	0	0.0	21,567
Terrenos no especificados	163	0.1	0	0.0	0	0.0	163
Urbano							1,543
Superficie no identificado							52,388
TOTAL	253,817	47.5	225,085	42.1	1,604	0.3	534,437

FUENTE: DGDUE, Coordinación Estatal de Catastro 1999

- **MATACHÍ**[19]

Predominan los suelos háplicos y lúvicos. Existe un 15 por ciento disperso de litosoles con xerosoles, todos con textura media y con pendientes quebradas. El uso del suelo es eminentemente agrícola y ganadero. La tenencia de la tierra en su mayoría es propiedad privada, con una extensión de 25,163 hectáreas equivalentes al 57.67%. El régimen ejidal comprende 11,432 que representan el 26.20%; a usos urbanos corresponden 132 hectáreas que significan el 0.31% del suelo total.

Uso del suelo y tipo de propiedad					
Uso del suelo	Privada		Ejidal		Total
	Has.	%	Has.	%	Has.
Riego por gravedad	66	0.3	0	0.0	66
Riego por bombeo	81	0.3	0	0.0	81
Frutales en desarrollo	335	1.3	0	0.0	335

[19] Visitar: http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/chihuahua/Mpios/08043a.htm/

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

Frutales en producción	324	1.3	0	0.0	324
Temporal	5,038	20.0	0	0.0	5,038
Pastal	17,714	70.4	11,432	100.0	29,146
Forestal	56	0.2	0	0.0	56
Terrenos no especificados	1,549	6.2	0	0.0	1,549
Uso agropecuario	25,163	57.7	11,432	26.2	36,595
Urbano					132
No identificada					6,908
Total	25,163	57.7	11,432	26.2	43,635

Fuente: DGDUE, Coordinación Estatal de Catastro 1999.

- **GUERRERO**[20]

Dominan los kastañozems, salvo en las colindancias con Temósachi, donde hay litosoles y xerosoles, sin asociaciones, inclusiones o fases; al sur, en su colindancia con Bocoyna, hay manchones de xerosoles que pueden presentarse asociados con yermosoles, litosoles y con kastañozems.

El uso del suelo es eminentemente ganadero, agrícola y forestal. En la tenencia de la tierra predomina el régimen de propiedad privada con 230,790 hectáreas equivalentes al 50.34% y en segundo término la propiedad ejidal con 83,962 hectáreas que representan el 18.32% del suelo total; a usos urbanos corresponden 621 hectáreas que representan el 0.14% del mismo.

Uso Del Suelo Y Tipo De Propiedad							
Uso Del Suelo	Privada		Ejidal		Comunal		Total
	Has.	%	Has.	%	Has.	%	Has.
Riego Por Gravedad	8,037	3.5	0	0.0	0	0.0	8,037
Riego Por Bombeo	3,712	1.6	0	0.0	0	0.0	3,712
Frutales En Desarrollo	3,414	1.5	0	0.0	0	0.0	3,414
Frutales En Producción	22,840	9.9	0	0.0	0	0.0	22,840
Temporal	41,915	18.2	5,895	7.0	0	0.0	47,810
Pastal	134,238	58.2	78,067	93.0	14,330	100.0	226,635
Forestal	7,951	3.4	0	0.0	0	0.0	7,951
Terrenos No Especificados	8,683	3.8	0	0.0	0	0.0	8,683
Urbano							621
Superficie No Identificada							128,825
Total	230,790	50.3	83,962	18.3	14,330	3.1	458,528

FUENTE: DGDUE, Coordinación Estatal de Catastro 1999.

[20] Visitar: http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/chihuahua/Mpios/08031a.htm

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

❖ **BACHINIVA**[21]

Sus suelos dominantes son los kastañozems lúvicos de textura media y pendientes que van desde el nivel natural, hasta la fuertemente disectada o montañosa.

Uso del suelo y tipo de propiedad							
	Privada		Ejidal		Comunal		Total
	has.	%	has.	%	Has.	%	Has.
Riego por gravedad	10	0.0	0	0.0	0	0.0	10
Riego por bombeo	234	0.5	0	0.0	0	0.0	234
Frutales en desarrollo	196	0.5	0	0.0	0	0.0	196
Frutales en producción	1,312	3.1	10	0.0	0	0.0	1,322
Temporal	10,511	24.5	0	0.0	0	0.0	10,511
Pastal	30,639	71.3	55,800	100.0	9	100.0	86,448
Forestal	67	0.2	0	0.0	0	0.0	67
Terrenos no Especificados	7	0.0	0	0.0	0	0.0	7
Urbano							553
Superficie no identificada							0
Total	42,976	43.3	55,810	56.2	9	0.0	99,348

Fuente: DGDUE, Coordinación Estatal de Catastro 1999.

El uso predominante del suelo es fundamentalmente agrícola, ganadero y forestal. La tenencia de la tierra en su mayoría es ejidal con 55,811 hectáreas, equivalentes al 56.2%. La propiedad privada comprende 42,976 hectáreas que representan el 43.3%; a usos urbanos corresponden 553 hectáreas que significan el 0.55% del suelo total.

❖ **CUAHTEMOC**[22]

Los tipos de suelo que ocupan la mayor extensión en el municipio son los feozem, que significa tierra parda, y se caracterizan por tener una capa superficial oscura, se encuentran ampliamente distribuidos al norte, suroeste y sureste del municipio; el planosol y el litosol, suelo de piedra pero, además se presentan otros como el cambisol y regosol. El uso predominante del suelo es agrícola y ganadero. La tenencia de la tierra en su mayoría es privada con 156,573 hectáreas, equivalentes al 51.9%. El régimen ejidal comprende 64,307 hectáreas, que representan el 21.3%; a usos urbanos corresponden 75,472 hectáreas, que significan el 25.04% del suelo total

[21] Visitar: http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/chihuahua/Mpios/08006a.htm
[22] Visitar: http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/chihuahua/Mpios/08017a.htm

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

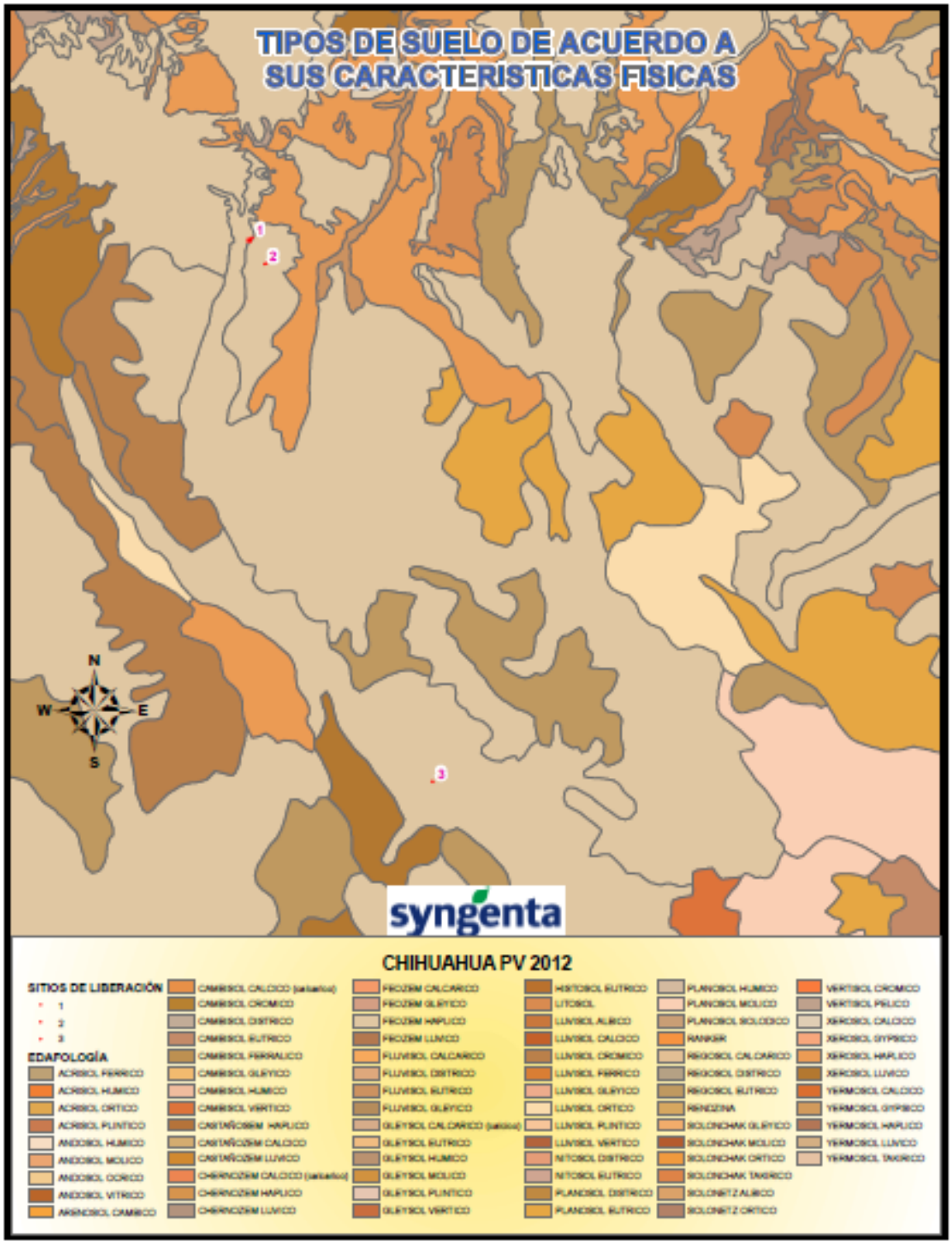


Figura 19 Mapa de las diferentes tipos de suelo según clasificación por sus propiedades físicas que se encuentran en Chihuahua y en particular en el polígono de liberación y sitios de liberación.

Cartografía empleada: Instituto Nacional de investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP) - Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), (1995). 'Edafología'. México, ESRI, 2008. Representación aproximada en escala 1:500.000

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

CARACTERISTICAS METEREOLOGICAS

Clima Estado de Chihuahua

El estado de Chihuahua por latitud (entre 25°38' y 31°47' N) está ubicado en la zona subtropical, donde generalmente las corrientes de aire son descendentes, frescas y secas, debido a lo cual no producen condensación en su seno ni precipitación o ésta es muy escasa, y dan lugar a la presencia de desiertos alrededor de los 30° de latitud. El relieve irregular, en el poniente y sur, representado por las estribaciones de la Sierra Madre Occidental influye en el incremento de la precipitación en las partes más altas de esa región y en la disminución gradual de la misma hacia el oriente. La altitud es otro de los factores que juega un papel importante en los climas de la entidad, así, en las zonas de menor altitud situadas en el sureste, próximas a los 500 m, la temperatura es alta; ésta disminuye en forma importante en las zonas más elevadas de la sierra (arriba de los 3,000 msnm) y vuelve a aumentar gradualmente hacia el este, conforme la altitud decrece. La ubicación y distancia del territorio respecto a las masas de agua también participa en la cantidad de precipitación y la variación anual de la temperatura. La combinación de todos esos factores ha originado el predominio de climas muy secos en una franja que va del nornoroeste al estesureste; seguidos hacia el occidente por climas secos, semisecos, semifríos, templados, semicálidos y cálidos.

El clima semiseco templado abarca 15.70% del estado, en terrenos pertenecientes a la estribación este de la Sierra Madre Occidental. Se muestra como una franja que comprende del noroeste y suroeste de la cabecera municipal Janos a los alrededores de las cabeceras municipales Namiquipa, Bachíniva, Cuauhtémoc, San Andrés, Santa Isabel, San Francisco de Borja, Nonoava, Mariano Balleza, Hidalgo del Parral, San Francisco del Oro y Mariano Matamoros, entre otras. En esta franja la precipitación total anual va de 400 a 600 mm, y la temperatura media anual varía entre 12° y 18°C.

El clima templado subhúmedo con lluvias en verano comprende 13.36% de la superficie de Chihuahua, se encuentra sobre todo en el borde occidental de las zonas de clima semifrío, aunque se interna hacia el este hasta antes de llegar a la localidad de Cuauhtémoc y después continua al sur. Estos terrenos, en los que están ubicadas algunas poblaciones como Melchor Ocampo y Guadalupe Calvo, la temperatura media anual va de 12° a 18°C y la precipitación total anual, de 600 a 1 200 mm.

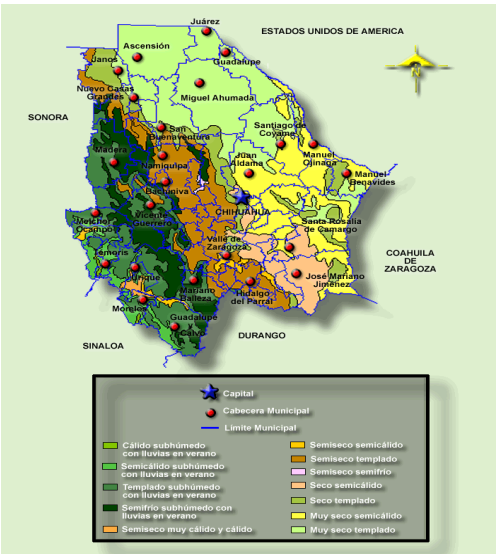


Figura 20: Mapa de los climas en el Estado de Chihuahua.

Figura tomada de: http://mapserver.inegi.org.mx/geografia/espanol/estados/tamps/clim.cfm?c=444&e=28

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

Clima por municipio

En la figura 21 y 22 se muestran los tipos de clima en el estado de Chihuahua, a continuación se describen los climas de cada uno de los municipios en particular, que forman parte del área de liberación para la cual se solicita permiso de liberación experimental.

- **TEMÓSACHI**[23]

Se puede clasificar de semihúmedo y templado, con una temperatura máxima de 37.1°C y una mínima de -17°C. La precipitación pluvial media anual es de 517.2 milímetros, con una humedad relativa del 70% y un promedio anual de 90 días de lluvia. Los vientos predominantes provienen del suroeste. Su flora está constituida por coníferas como son: pino, encino, cedro, cabeza de viejo, fresno, sauce, palo blanco, roble de San Luis, ébano, aile, álamo blanco, abeto, madroño, ceiba y copal. La fauna la conforman: paloma de collar, conejo, guajolote, puma, gato montés, coyote, venado cola blanca y oso negro

- **NAMIQUIPA**[24]

Su clima es de transición de semihúmedo templado; su temperatura máxima es de 37.7° C, con una temperatura mínima de –14.6° C y una temperatura media anual de 14° C. Su precipitación pluvial anual es de 439.3 milímetros, con un promedio anual de 66 días de lluvia y humedad relativa del 60%; su viento dominante es del suroeste. *Flora*: La flora está constituida por pino, encino, yucas, agaves, cactáceas, manzanillo, encino, roble y madroño. *Fauna*:La fauna está integrada por guajolote, paloma de collar, conejo, puma, gato montés, coyote, oso, berrendo y venado cola blanca.

- **MATACHÍ**[25]

Variable, de transición, semihúmedo, templado, con una temperatura máxima de 37.1ºC y una mínima de –17.6º C. La temperatura media anual es de 13º C. El viento dominante procede del suroeste. Precipitación media anual: 425.5 milímetros; período vegetativo medio 155 días; heladas tempranas, 6 días en octubre; fecha helada tardía: 27 de mayo. Su clima es frío en invierno; moderado en verano, con abundantes heladas durante los tres primeros meses del año y muy frecuentes las lluvias a mediados del año. La flora comprende: pino, ciprés, fresno, sauce, palo blanco, ébano, ailanto, álamo blanco, abono, madroño, ceiba, copal, yucas. También se encuentran plantas semidesérticas, como son: agave, palma, mezquite, biznaga y gobernadora. La fauna incluye: guajolote, paloma de collar, conejo, gato montés y coyote

- **GUERRERO**[26]

Es de transición semihúmedo, templado, con una temperatura media anual de 13° C., su temperatura máxima oscila entre los 39º y los 44º y la mínima de –17.6° C. Su

[23] Visitar: http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/chihuahua/Mpios/08063a.htm
[24] Visitar: http://es.wikipedia.org/wiki/Namiquipa_(municipio)
[25] Visitar: http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/chihuahua/Mpios/08043a.htm/
[26] Visitar: http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/chihuahua/Mpios/08031a.htm

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

recipitación pluvial media anual es de 517.2 milímetros con una humedad relativa del 65% y un promedio anual de 90 días de lluvia. Su viento dominante es del suroeste. Su flora la constituyen yuca, agaves, cactáceas como palma, cenizo, ébano, retamas, como mezquite, gobernadora y biznaga, coníferas y pináceas. La fauna consta de oso negro, puma, gato montés, coyote, paloma de collar, guajolote y conejo

- **BACHINIVA**[27]

Se puede clasificar de semiárido a semihúmedo extremoso; con una temperatura máxima de 36º C, y la mínima de -14º C. La precipitación pluvial media anual es de 472.3 milímetros, con una humedad relativa de 60% y un promedio de 66 días de lluvia. Los vientos dominantes provienen del suroeste. La vegetación existente es muy variada, la componen desde yucas, cactáceas como palma y cenizo, ébano, retamas como mezquite, biznaga, gobernadora, pino, encinos, táscate, quelites; infinidad de hierbas, malezas acuáticas, gran variedad de plantas forrajeras, así como grandes pastizales naturales sobre todo en las áreas planas; en las partes húmedas existe extensa variedad de verdolaga, malva, jarillas y musgos. La fauna la constituyen el guajolote de monte, paloma de collar, güilota y alas blancas, conejo, coyote, berrendo, venado cola blanca y oso negro

- **CUAHTEMOC**[28]

Se califica de transición, de semihúmedo a templado; con una temperatura media anual de 14° C y una mínima de –14.6° C. La precipitación pluvial media anual es de 439 milímetros, con humedad relativa al 65% y un promedio anual de 66 días de lluvia. Los vientos dominantes provienen del suroeste. Flora: La vegetación existente consta de pastos: zacates, navajita, pata de gallo, popotillo del pinar, de agua, burrero, borreguero, toboso, jiguito, banderilla y tres barbas; cactáceas: nopal, cardenche, choya, biznaga, maguey y sotol; arbustivas: gatuño, largoncillo, ocotillo, manzanilla y jarilla: herbáceas: frijolillo, hierba de la piedra, hierbaniz, gordolobo, chuchupaste, soco (amole), juve, quelite, cola de zorra, talayote y orégano. Fauna: La fauna la conforman: aves migratorias, guajolotes, paloma de collar, conejo, venado cola blanca, puma, gato montés y coyote.

[27] Visitar: http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/chihuahua/Mpios/08006a.htm
[28] Visitar: http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/chihuahua/Mpios/08017a.htm

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

En la tabla 9 se muestran los datos meteorológicos a considerar, de la zona donde se pretende realizar la liberación experimental.

Tabla 10 Datos meteorológicos en el municipio de Cuauhtemoc, 2009.
http://smn.cna.gob.mx/productos/emas/

Nombre:	CD. CUAUHTEMOC, CHIHUAHUA
Municipio:	CD. CUAUHTEMOC
Latitud:	28°23'48"
Longitud:	106°50'21

Mes[29]	Dir	WSMDir	WSK	WSMK	AvgTemp	AvgRh	AvgBP	AvgSR
	deg	Deg	kph	kph	C	%	mbar	W/m^2
ENERO	216	235	12	19	10	41	795	177
FEBRERO	218	236	14	23	12	22	795	231
MARZO	224	242	15	24	15	28	793	251
ABRIL	217	236	15	25	16	20	794	323
MAYO	230	253	13	22	20	31	794	306
JUNIO	221	245	12	20	21	44	794	267
JULIO	205	224	12	19	21	60	797	269
AGOSTO	201	224	10	17	19	71	797	241
SEPTIEMBRE	180	202	9	14	18	72	797	216
OCTUBRE	221	236	10	17	16	59	793	207
NOVIEMBRE	179	200	8	12	11	46	795	187
DICIEMBRE	-	-	-	-	-	-	-	-

+Acumulado
*Promedios

[29] **Dir –.** El valor dado es el promedio de 10 minutos de la ***dire cción del viento***. Indica de donde viene el viento, y esta medido en grados dextrorsum, donde 0° = Norte Verdadero. Se considera el sentido de las manecillas del reloj (E=90°; S=180°; W=270°). Rango de medición [0,359]. **WSMDir – *Dirección del viento más alto (racha)*** medido en elintervalo de 10 minutos, que haya tenido una duración mayor a 5 segundos, unidades Grados D. **WSK – *Velocidad de Viento*** del promedio de 10 min, esta dada en Km/h [0.0,234]. **WSMK – *Velocidad del viento máximo*** durante el intervalo de 10 min con duración mayor a 5 segundos, esta dada en Km/h. **AvgTemp – *Temperatura*** promedio del aire (al abrigo, a la sombra) durante el intervalo de 10 minutos, unidad °C [-60.0,60.0]. **AvgRh – *Humedad Relativa*** promedio durante el intervalo de 10 minutos, está dada en % [0,100]. **AvgBP – *Presión*** Barométrica promedio durante el intervalo de 10 minutos, unidad milibar (mbar) [550.0,1100.0]**. AvgSR – *Densidad de flujo de energía de radiación solar***, llamada también IRRADIANCIA, promedio de 10 minutos, unidad W/m2, se registra a través de un piranómetro marca ipp&Zonen, modelo CM11. [0,1200] según el proveedor [-20,1400]

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

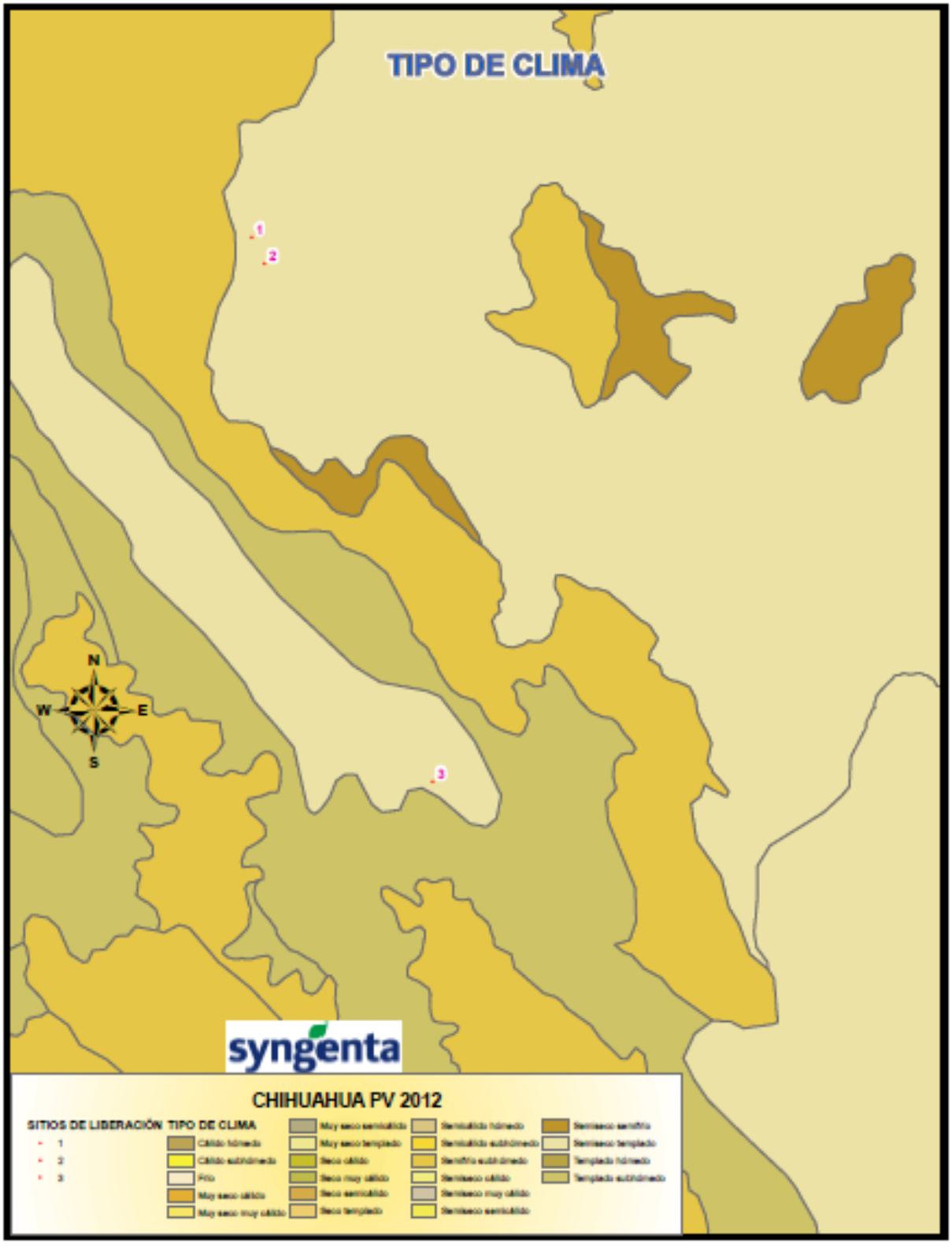


Figura 21 Mapa de representación de los tipos de clima dentro del área de liberación (región agrícola de Chihuahua) y los sitios de liberación.

Cartografía empleada: “Datos vectoriales de la serie clima” escala. 1:1 000 000. INEGI (2000) y “Áreas Urbanas de México”. ESRI, 2008. Representación aproximada en escala 1: 1.500.000.

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

Uso de suelo y tipo de vegetación de la región.

La Sierra Madre Occidental es el rasgo orográfico más importante de Chihuahua; en esta gran cadena montañosa de origen volcánico predomina el Bosque, que constituye uno de los recursos naturales más valiosos de la entidad, representa 29% de la superficie; en algunas cañadas de la sierra se desarrolla la Selva, que cubre menos de 2%; paralelo al pie de monte oriental de la sierra, se extiende ampliamente el Pastizal, que representa 24% del estado, siendo un valioso recurso para la ganadería; en la parte árida prospera el Matorral, que ocupa la porción oriental y parte del norte, cubre 32%; la Agricultura constituye solamente 7% del área estatal; el resto del territorio corresponde a otras comunidades como la vegetación de desiertos arenosos, vegetación halófila, cuerpos de agua y manchas urbanas.

La Sierra Madre Occidental presenta una abundante cubierta vegetal de bosque, con diversas variantes dependiendo del clima y altitud donde se presenta. En las partes altas donde dominan climas templados y semifríos subhúmedos, son comunes las masas arboladas de coníferas conformadas por varias especies de Pinus spp. (pino), en altitudes intermedias los climas gradúan a templados, ahí los bosques de pino se entremezlan con elementos de Quercus spp. (encino) que de manera general, poseen similares requerimientos ecológicos que los pinos; conforme se pierde altitud el clima va aumentando su temperatura y el elemento dominante en estos bosques es el encino sobre el pino, de manera tal que las partes bajas de la sierra están conformadas por bosques de encino exclusivamente.

La selva baja caducifolia cubre los fondos de cañadas y cañones de muchos ríos y arroyos que bajan de la sierra, sobre todo hacia la vertiente del Pacífico, en estos lugares la altitud disminuye de manera notable, y el clima se vuelve más cálido a medida que desciende; las lluvias son estacionales y favorecen el crecimiento de este tipo de vegetación, constituida por árboles no muy altos, con menos de 15 m, donde la gran mayoría pierden sus hojas durante los meses secos.El pastizal prefiere los climas secos y semisecos templados y representa una transición entre los bosques de la sierra y los matorrales xerófilos del altiplano. Los pastizales naturales se desarrollan en lugares llanos o en laderas poco inclinadas, en ellos se desarrolla un intenso pastoreo de ganado bovino. Los elementos dominantes que conforman el pastizal son: Bouteloua spp. (zacate banderita, navajita), Aristida spp. (zacate tres barbas, cola de zorra), y Mulhenbergia spp. (zacatón liendrilla); en los lugares bajos de la planicie, que presentan inundaciones estacionales y suelos salinos crecen los pastizales halófilos.Son variados los tipos de matorrales xerófilos del estado, pero son dos los que dominan ampliamente: el matorral desértico micrófilo, que se distribuye en las extensas y áridas planicies aluviales, está conformado por elementos arbustivos de hojas pequeñas; algunas de las plantas más comunes en este tipo de vegetación son Larrea spp. (gobernadora) y Flourensia spp. (Hojasén), son frecuentes también los elementos espinosos; el segundo tipo es el matorral desértico rosetófilo que se distribuye en suelos delgados y pedregosos de laderas de cerros y lomeríos, está formado por elementos arbustivos con hojas agrupadas en forma de roseta, los elementos más comunes son Agave spp. (maguey), Hechtia spp. (guapilla) y Dasylirion spp. (sotol) y forman poblaciones más o menos densas.

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

La dominancia de los climas áridos y la escasez de los recursos hídricos hacen de la agricultura una actividad de alto riesgo en el estado; la mayor parte de ella, comprende agricultura de temporal o de secano, se concentra especialmente en algunos valles intermontaños y áreas cercanas a la sierra, hacia los lugares más alejados de ésta, la agricultura cuenta con infraestructura para riego. Se produce maíz, frijol, avena, alfalfa, algodón, sorgo, trigo, manzana y durazno, entre muchos otros productos.

- Agricultura
- Pastizales
- Bosque
- Selva
- Matorral
- Otro

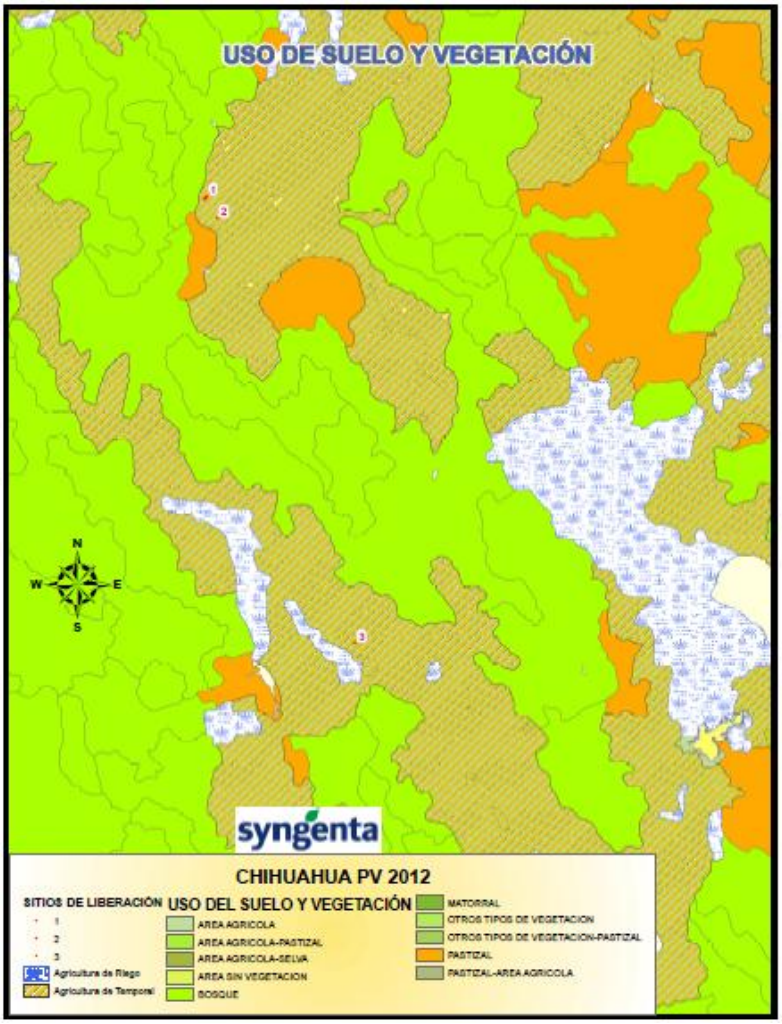


Figura 22 Mapa de los usos de suelo y vegetación presentes en la zona.

Cartografía empleada: “Uso de suelo y vegetación modificado por CONABIO”. CONABIO, 1999 y “Áreas Urbanas de México”. ESRI, 2008. Representación aproximada en escala 1: 500.000.

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

Áreas Naturales Protegidas:

En los predios dónde se llevarán a cabo la liberación no se encuentran cerca ni de Áreas Naturales Protegidas, ni de ninguna zona determinada como de alta prioridad para la conservación por su riqueza en especies o endemismos, ver figura 24.

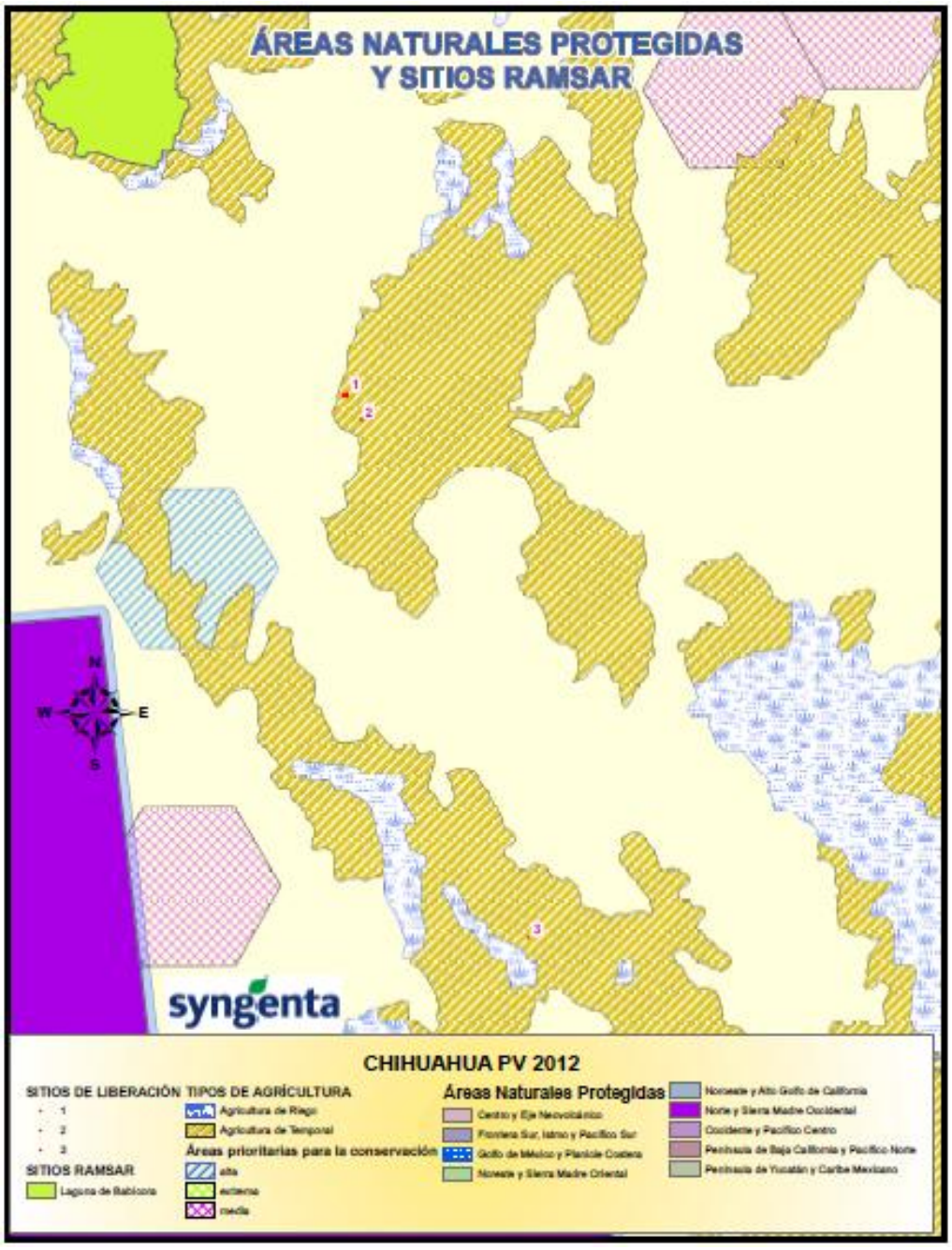


Figura 23 Mapa de las Áreas Naturales Protegidas, Regiones Prioritarias para la Conservación presentes en la zona y sitios RAMSAR.

Cartografía empleada: "Cobertura de las 166 Áreas Naturales Protegidas Federales" CONANP, 2008; "Regiones Terrestres Prioritarias", Conabio, 2004 a; "Sitios prioritarios terrestres para la conservación de la biodiversidad", CONABIO, CONANP, TNC y Pronatura, 2007 y "Áreas Urbanas de México", ESRI, 2008. Representación aproximada en escala 1: 500.000**.**

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

Hidrografía

- **TEMÓSACHI**[30]

Corresponde a la vertiente del Océano Pacífico. Está formada por el Río Papigochi, que proviene del Municipio de Matachí y penetra en su territorio, en donde se le unen los ríos Verde y Tomochi, que proceden del Municipio de Guerrero. Prosigue hacia el Municipio de Madera, en donde se le denomina Aros, y pasa a Sonora para formar el brazo principal del río Yaqui.

- **NAMIQUIPA**[31]

Es de vertiente interior; el río de Santa María, que proviene del municipio de Bachíniva, forma la presa El Tintero en Las Cruces y luego pasa al de Buenaventura; el río del Carmen, que nace en la sierra del Parurrín en los límites con el municipio de Chihuahua, va al oeste, pasa luego al norte y al municipio de San Buenaventura y desemboca en la laguna de Patos, en el municipio de Ahumada.

- **MATACHÍ**[32]

La corriente fluvial principal es el río Papigochi que nace en la Sierra Madre Occidental y desemboca en la presa Adolfo López Mateos del municipio de Guerrero prolongándose hasta el vecino estado de Sonora. Además de los muchos arroyos que en tiempo de lluvias aumentan su caudal y lo prolongan hasta principios de invierno.

- **GUERRERO**[33]

Sus corrientes forman parte de la cuenca hidrológica del río Yaque, siendo la principal la del río Papigochi, que nace en la sierra de Molinares, en los límites con Bocoyna y Carichí y tienen de afluentes a los ríos Pichachi, Tomochi, Basúchil y Verde.

- **BACHINIVA**[34]

Sus corrientes forman parte de la cuenca hidrológica del río Yaque, siendo la principal la del río Papigochi, que nace en la sierra de Molinares, en los límites con Bocoyna y Carichí y tienen de afluentes a los ríos Pichachi, Tomochi, Basúchil y Verde.

- **CUAHTEMOC**[35]

El agua superficial se localiza básicamente en las lagunas de Bustillos, del Pájaro, de los Mexicanos y Los Nogales; así como las presas: La Quemada, Napavechi, Del Burro, El Picacho, Tres Lagunitas, Seis de Enero, Cuauhtémoc, Barraganes y Táscate del Aguila. El municipio no cuenta con ríos, su territorio es atravesado por varios arroyos, la mayor parte de ellos solo llevan agua en tiempo de lluvias, sus corrientes pertenecen casi en su

[30] Visitar: http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/chihuahua/Mpios/08063a.htm
[31] Visitar: http://es.wikipedia.org/wiki/Namiquipa_(municipio)
[32] Visitar: http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/chihuahua/Mpios/08043a.htm/
[33] Visitar: http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/chihuahua/Mpios/08031a.htm
[34] Visitar: http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/chihuahua/Mpios/08006a.htm
[35] Visitar: http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/chihuahua/Mpios/08017a.htm

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

totalidad a la vertiente interior, formada por la cuenca de la Laguna de Bustillos. En la parte oriental se forman las primeras corrientes de los ríos de San Lorenzo y Carretas

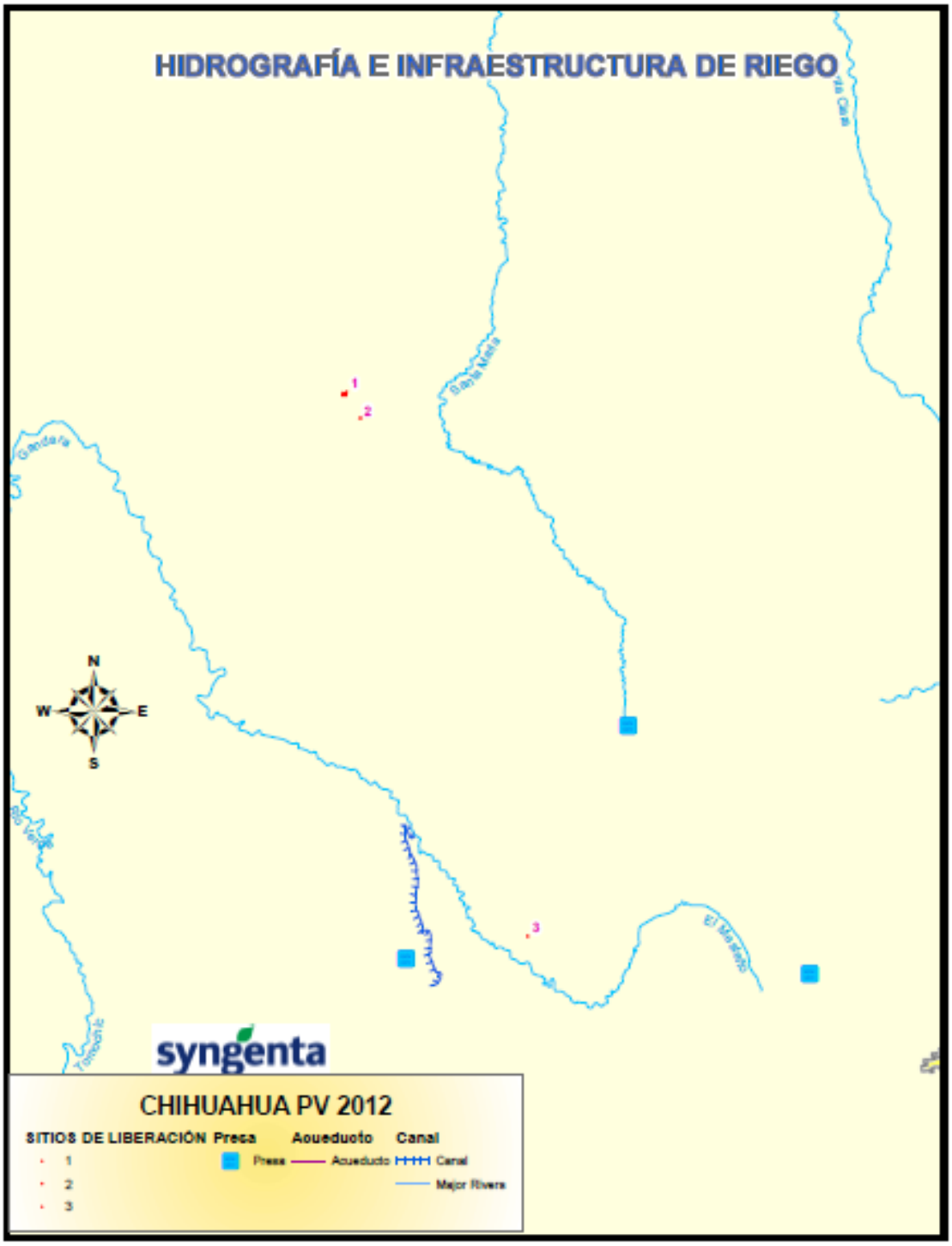


Figura 24 Mapa de cuerpos de agua e infraestructura de riego.

Cartografía empleada: “Datos vectoriales de la serie topográfica y de recursos naturales” escala. 1:1 000 000. INEGI (2000) y “Áreas Urbanas de México”. ESRI, 2008. Representación aproximada en escala 1: 500.000.

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

Producción agrícola de la región

En el Estado de Chihuahua existe una gran actividad agrícola y se producen principalmente los siguientes cultivos:

Tabla 11: Principales cultivos en el Estado de Chihuahua.

Información tomada de:

http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/estados/chih/agr_veget.cfm?c=1215&e=08&CFID=1058218&CFTOKEN=58420999

Concepto	Nombre científico	Nombre local	Utilidad
Agricultura			
7.38 % de la superficie estatal	Zea mays	Maíz	Comestible
	Phaseolus vulgaris	Frijol	Comestible
	Medicago sativa	Alfalfa	Forraje
	Sorghum vulgare	Sorgo	Forraje
	Malus sylvestris	Manzana	Comestible
Pastizal			
23.89 % de la superficie estatal	Bouteloua gracilis	Navajita	Forraje
	Aristida sp.	Zacate tres barbas	Forraje
	Sporobolus airoides	Zacatón	Forraje
	Bouteloua hirsuta	Navajita velluda	Forraje
	Heteropogon contortus	Zacate colorado	Forraje
Bosque			
29.42 % de la superficie estatal	Pinus leiophylla	Pino cheguis	Industrial
	Pinus engelmanni	Pino real	Industrial
	Pinus ayacahuite	Pino huiyoco	Industrial
	Pinus durangensis	Pino colorado	Industrial
	Quercus chihuahuensis	Encino blanco	Leña

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

Selva			
2.38 % de la superficie estatal	Lysiloma divaricata	Mauto	Forraje
	Ipomoea arborescens	Palo blanco	Leña
	Guazuma ulmifolia	Guácima	Comercial
	Bursera fagaroides	Copal	Comestible
Matorral			
32.41 % de la superficie estatal	Larrea tridentata	Gobernadora	Medicinal
	Flourensia cernua	Hojasén	Medicinal
	Prosopis glandulosa	Mezquite	Leña
	Dasylirion texanum	Sotol	Industrial
	Fouquieria splendens	Ocotillo	Construcción
Otro			
4.52 % de la superficie estatal			
NOTA: Sólo se mencionan algunas especies útiles. **FUENTE: INEGI. Carta de Uso del Suelo y Vegetación, 1:250 000.** **INEGI. Carta de Uso del Suelo y Vegetación, 1:1 000 000.**			

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

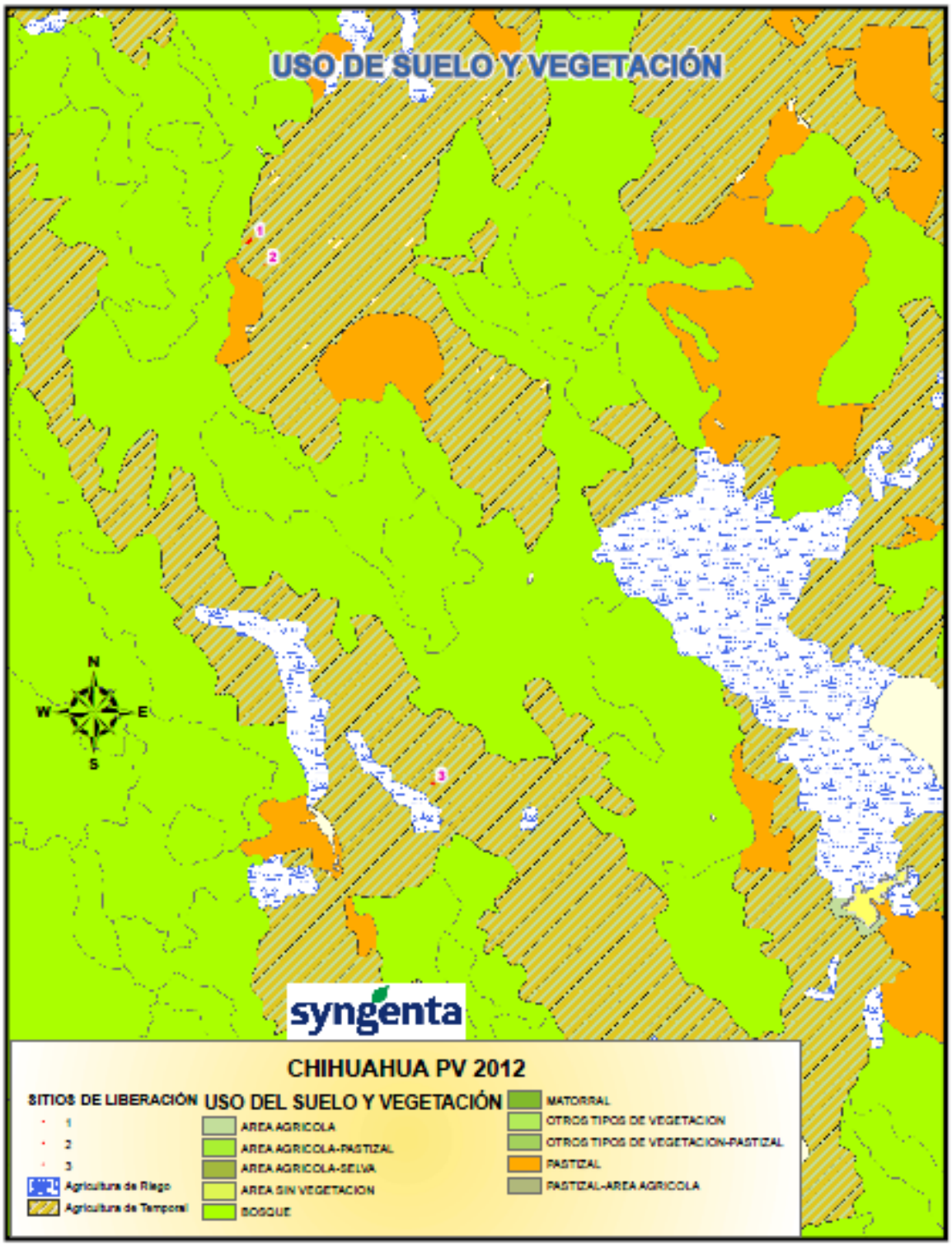


Figura 25 Uso de suelo y Vegetación presentes en la zona de liberación.

Cartografía usada “Carta de Uso del Suelo y Vegetación”, 1:250 000. INEGI. “Áreas Urbanas de México”. ESRI, 2008. Representación aproximada en escala 1:500.000

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

Estadísticas de producción del cultivo de maíz convencional en los municipios de Temosachi, Namiquipa, Matachi, Guerrero, Bachiniva, Cuauhtémoc.

Tabla 12 Producción de maíz en zonas de riego y temporal en el Estado de Chihuahua, por municipios que se encuentran en el área de liberación. http://www.siap.gob.mx

ESTADO CHIHUAHUA

Ciclo: Año Agricola OI+PV 2010

Modalidad: Riego + Temporal

Municipio	Cultivo	Tipo / Variedad	Sup. Sembrada (Ha)	Sup. Cosechada (Ha)	Sup. Siniestrada (Ha)	Producción (Ton)	Rendimiento (Ton/Ha)	PMR ($/Ton)	Valor Producción (Miles de Pesos)
Temosachi	MAIZ GRANO	AMARILLO	107.00	107.00	0.00	187.25	1.75	2,500.00	468.12
	MAIZ GRANO	BLANCO	4,979.00	4,979.00	0.00	5,277.24	1.06	2,800.00	14,776.27
Namiquipa	MAIZ GRANO	AMARILLO	25,220.00	25,150.00	70.00	179,760.00	7.15	2,600.00	467,376.00
	MAIZ GRANO	BLANCO	1,780.00	1,780.00	0.00	10,031.25	5.64	2,600.00	26,081.25
Matachi	MAIZ GRANO	AMARILLO	90.00	90.00	0.00	684.80	7.61	2,500.00	1,712.00
	MAIZ GRANO	BLANCO	1,789.00	1,789.00	0.00	2,861.18	1.60	2,800.00	8,011.30
Guerrero	MAIZ GRANO	AMARILLO	5,448.00	5,309.50	138.50	38,640.91	7.28	2,500.00	96,602.28
	MAIZ GRANO	BLANCO	7,363.00	7,363.00	0.00	12,004.33	1.63	2,800.00	33,612.12
Bachiniva	MAIZ GRANO	AMARILLO	1,400.00	1,262.00	138.00	13,482.00	10.68	2,700.00	36,401.40
	MAIZ GRANO	BLANCO	550.00	550.00	0.00	470.80	0.86	3,000.00	1,412.40
Cuauhtémoc	MAIZ GRANO	AMARILLO	44,548.51	44,003.51	545.00	389,189.34	8.84	2,500.00	972,973.34
	MAIZ GRANO	BLANCO	4,419.00	4,416.00	3.00	8,774.86	1.99	2,500.00	21,937.14

III. Estudio de los posibles riesgos que la liberación de los OGMs pudiera generar al medio ambiente y a la diversidad biológica a los que se refiere el artículo 42, fracción III, de la Ley. Contendrá, además de lo dispuesto en el artículo 62 de la Ley, la información

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

Tomando en cuenta el artículo 61 fracción IV de la LBOGM[36] *: **"... Deben tener como base mínima los posibles riesgos que se impondrían por la liberación de los organismos hospederos no modificados genéticamente o de los organismos parentales, cuando fueran liberados en ese medio ambiente;.."*** a continuación presentamos algunas conclusiones sobre los efectos de la agricultura convencional sobre el medio ambiente y la diversidad biológica que deben ser considerados como la base mínima sobre la cual evaluar los posibles riesgos derivados de la liberación de OGM al medio ambiente.

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

Sin embargo, aún cuando los cultivos GM podrían representar una de las soluciones a reducir dicho deterioro ambiental, la seguridad de los mismos es evaluada generalmente de forma más intensiva comparada con los cultivos generados por mejoramiento convencional. Adicionalmente a las pruebas que se llevan a cabo durante el proceso convencional de selección agronómica, los cultivos GM deben pasar por un proceso riguroso de evaluación, previo a obtener las licencias regulatorias que les permita ingresar al mercado y demostrar en amplias superficies los posibles beneficios ambientales. Los riesgos de los cultivos GM al ambiente, especialmente a la biodiversidad, han sido extensivamente evaluados alrededor del mundo durante los diez años de siembras comerciales en algunos países (Sanvido O., *et al*., 2006).

Los posibles riesgos directos al medio ambiente derivados de la liberación de los cultivos GM han sido ampliamente identificados, y se pueden enlistar, para este caso en particular (Sanvido O., *et al*., 2006):

[36] Artículo 61: ARTÍCULO 61.- Para llevar a cabo el estudio y la evaluación del riesgo, se deberán observar los siguientes lineamientos:
I. Deben realizarse caso por caso de una forma transparente y basada en principios científicos y en el enfoque de precaución, en los términos de esta Ley, tomando en cuenta el asesoramiento de expertos;
II. Se realizarán en los campos de especialidad relevantes;
III. La falta de conocimiento o consenso científico no se interpretará necesariamente como indicador de un determinado nivel de riesgo, de ausencia de riesgo, o de la existencia de un riesgo aceptable;
IV. Deben tener como base mínima los posibles riesgos que se impondrían por la liberación de los organismos hospederos no modificados genéticamente o de los organismos parentales, cuando fueran liberados en ese medio ambiente;
V. Se deberá considerar el organismo receptor, la modificación genética, incluyendo la construcción genética y el método de inserción, y el ambiente en el que se pretende liberar el OGM, y
VI. La naturaleza y el nivel de detalle de la información que contengan pueden variar de un caso a otro, dependiendo del OGM de que se trate, su uso previsto y el probable ambiente receptor.

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

1. Posible pérdida de diversidad genética debido a hibridización con variedades nativas y parientes silvestres de los cultivos.
2. Posibilidad de los cultivos de ser más persistentes en el medio ambiente (malezas)

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

a) Estabilidad de la modificación genética del OGM

Se ha demostrado que el locus transgénico en el maíz con la tecnología MON-ØØØ21-9 se mantiene estable a lo largo de varias generaciones**,** y debido también a que el maíz con la tecnología MON-ØØØ21-9 se encuentra aún en etapa de comercialización en muchos países desde hace varios años, en los que no se han presentado riesgos a la diversidad biológica o al medio ambiente, es que no se esperan posibles riesgos a la diversidad biológica o al medio ambiente en México, por su liberación en fase experimental.

b) Expresión del gen introducido, incluyendo niveles de expresión de la proteína de interés en los diversos tejidos, así como los resultados que lo demuestren;

Se ha demostrado que la proteína se mantiene estable a lo largo de varias generaciones y se expresa en los tejidos esperados, no se esperan riesgos posibles al medio ambiente o a la diversidad biológica debidos a la expresión de la proteína en maíz al ser liberado en parcelas experimentales de pequeño tamaño y de poca duración en campo.

c) Características del fenotipo del OGM

El gen *mepsps* codifica para una enzima 5-enolpiruvil shikimato-3-fosfato sintasa doble mutada (mEPSPS), aislada del maíz (*Zea mays* L.). La 5-enolpiruvil shikimato-3-fosfato sintasa (EPSPS) nativa es una enzima clave en la ruta del ácido shikímico para la biosíntesis de los aminoácidos aromáticos fenilalanina, tirosina y triptófano en plantas y microorganismos (Steinrucken y Amrhein, 1980). Las plantas de maíz transformadas con el gen *mepsps*, como expresión en el maíz con la tecnología GA21, presenta tolerancia al glifosato (Spencer *et al*., 1998; Lebrun *et al*., 2003). El glifosato se une e inactiva específicamente a la EPSPS, interrumpiendo la síntesis de aminoácidos aromáticos y causando la muerte de la planta.

La mEPSPS tiene baja afinidad con el glifosato. Las concentraciones del glifosato requeridas para llegar a un 50% de inhibición de la actividad de la epsps fueron determinadas en 5 mM y 300 mM para el EPSPS del maíz convencional y para el mEPSPS, respectivamente. Esto establece que la enzima mEPSPS tiene una significativa reducida afinidad por el glifosato cuando se compara con la enzima de maíz convencional. Las plantas que expresan la proteína mEPSPS no fueron afectadas por la exposición al glifosato

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

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

- **Probabilidad de que el OGM se conviertan en más persistentes que el receptor o las plantas parentales en los hábitat agrícolas o más invasoras en los hábitats naturales.**

El maíz se produce como cultivo con periodicidad anual y no puede sobrevivir sin la intervención humana (Niebur W.S. 1993). Es incapaz de sobrevivir como maleza o mala hierba debido a su altamente eficaz domesticación (Doebley J, 2004). La estructura de supervivencia es la semilla, que podría dar lugar a rebrotes en el cultivo a escala comercial del maíz. Sin embargo en una parcela experimental tan pequeña, en caso de que se llegasen a presentar rebrotes de maíz, estos podrían ser controlados fácilmente por las prácticas agrícolas habituales, incluyendo el arado y el uso de herbicidas no selectivos, por lo que no se observa riesgo alguno.

- **Cualquier ventaja o desventaja que haya adquirido el OGM.**

El maíz es una especie no invasiva y no sobrevive si no es en condiciones de cultivo. Las plantas de maíz con la tecnología MON-ØØØ21-9 son comparables al maíz tradicional excepto por que expresan una proteína adicional, presentando tolerancia al herbicida glifosato.

La presencia del gen *m-epsps* y el uso del glifosato no es probable que provoquen efectos de diversidad botánica adicionales en comparación con otros herbicidas aplicados en forma rutinaria en las prácticas agronómicas convencionales. El rasgo de tolerancia al herbicida solo puede considerarse como ventaja selectiva cuando se aplica glifosato por lo que fuera del ensayo experimental, es prácticamente imposible que dicha ventaja selectiva se presente y represente un riesgo al medio ambiente y a la diversidad biológica.

- **Posibles riesgos a organismos no blanco:**

Dado que el maíz con la tecnología GA21 expresa una proteína mEPSPS que le confiere tolerancia a productos que contienen glifosato y que es la única modificación genética presente, y a que no hay "organismos blanco" de la modificación genética (por ejemplo insectos), no existen "organismos no blanco" que interactúen con el maíz de forma diferente que su contraparte no modificada.

Las proteínas EPSPS se involucran en la síntesis de los aminoácidos aromáticos y se encuentra en todas las plantas y microorganismos, no así en los animales. Al estar presente en fuentes naturales de alimento en el medio ambiente, es altamente improbable que represente un riesgo para organismos que se lleguen a alimentar de cualquier parte del maíz con la tecnología GA21.
Adicionalmente se ha comprobado que la homología de la proteína modificada EPSPS es de 99.3% con la nativa de maíz, por lo que los posibles riesgos que pudiesen llegar a presentarse en los organismos que la consuman son prácticamente nulos.
Por lo tanto, es altamente improbable que se presenten efectos inmediatos o a largo plazo debido a las interacciones de los organismos con el maíz con la tecnología GA21.

- **Transferencia planta-microorganismo**

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

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

Para el maíz GM la transferencia de genes a las bacterias es altamente improbable bajo condiciones naturales. El gen *m-epsps* está bajo el control de promotores eucarióticos con limitada o nula actividad en los organismos procarióticos, y como ya se mencionó anteriormente el maíz con la tecnología MON-ØØØ21-9 no posee genes marcadores de resistencia a antibióticos. Los genes controlados por elementos reguladores procarióticos que confieren los mismos caracteres que los expresados en las plantas GM, están ampliamente extendidos entre los microorganismos del medio natural.

Teniendo en cuenta el origen y la naturaleza de estos genes y la ausencia de presión selectiva en el tracto intestinal y/o el medio ambiente, la probabilidad de que la transferencia horizontal de genes confiera ventajas selectivas o aumente la fortaleza de los microorganismos es muy limitada. Por esta razón, es altamente improbable que los genes del maíz con la tecnología MON-ØØØ21-9 se establezcan en el genoma de los microorganismos del medio ambiente o del tracto intestinal de humanos y animales.

En el muy improbable caso de que la transferencia horizontal de genes tuviera lugar, no se prevén efectos adversos en la salud humana o animal ni en el medio ambiente, ya que no se introducirían nuevos caracteres en las comunidades microbianas.

e) Comparación de la expresión fenotípica del OGM respecto al organismo receptor, la cual incluya al menos, ciclo biológico y cambios en la morfología básica

De las evaluaciones estadísticas de los datos recolectados en varios estudios a lo largo de varias generaciones se concluyó que la inserción de la modificación genética no altera la morfología o el desempeño agronómico de la planta.

a) Reproducción

En los ensayos agronómicos no se observaron cambios en las características reproductivas al comparar el maíz con la tecnología GA21 con su homólogo no modificado genéticamente. Por lo tanto bajo las condiciones de la liberación experimental propuesta no se esperan cambios en los parámetros de reproducción que desencadenen riesgos al medio ambiente o la diversidad biológica.

b) Diseminación

En los ensayos agronómicos no se observaron cambios en la capacidad de diseminación al comparar el maíz con la tecnología GA21 con su homólogo no modificado genéticamente. Por lo tanto bajo las condiciones de la liberación experimental propuesta no se esperan cambios en la capacidad de diseminación que desencadenen riesgos al medio ambiente o la diversidad biológica.

c) Supervivencia

En los ensayos agronómicos no se observaron cambios en la capacidad de supervivencia al comparar el maíz con la tecnología GA21 con su homólogo no modificado genéticamente. Por lo tanto bajo las

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

condiciones de la liberación experimental propuesta no se esperan cambios en la capacidad de supervivencia que desencadenen riesgos al medio ambiente o la diversidad biológica.

d) Latencia

Casi todas las plantas experimentan en algún momento de su ciclo vital períodos durante los cuales su crecimiento queda temporalmente suspendido o por lo menos retardado. Este fenómeno ha sido extensamente estudiado sobre todo en semillas y yemas, partes de la planta relacionadas tanto con su propagación como con la continuidad de su desarrollo.
La dormición (también llamada latencia o letargo) se define como el estado en el cual una semilla viable no germina aunque se la coloque en condiciones normalmente adecuadas para hacerlo, es decir aunque se la incube bajo una temperatura, humedad y concentración de oxígeno idóneas.
La semilla es una unidad especialmente adaptada para la dispersión de la especie, por lo tanto cualquier mecanismo que tienda a posponer, diferir o escalonar la germinación en el tiempo, facilitará una máxima dispersión en el espacio. Pero también la dispersión en el tiempo tiene, por sí misma, un alto valor evolutivo. Así, la población de semillas que produce una planta en un año sufrirá en la mayoría de los ambientes riesgos mucho mayores si germina toda a la vez que si lo hace de forma gradual en varios años sucesivos.
También la dormición de semillas tiene muchas veces un importante valor ecológico y adaptativo, al estar los mecanismos que la producen más o menos ligados a factores que influyen decisivamente en el desarrollo posterior del vegetal.

Las principales causas fisiológicas que puedan determinar la dormición son las siguientes:

- Inmadurez del embrión
- Restricciones mecánicas para el desarrollo del embrión
- Impermeabilidad de las cubiertas seminales al agua y/o al oxígeno
- Presencia de sustancias inhibidoras en diferentes tejidos de la semillas
- Requerimientos especiales de luz y/o temperatura

El estado durmiente primario, se establece, en su caso, durante el período de formación de la semilla. En el desarrollo posterior pueden darse diferentes alternativas que incluyan posibles dormiciones secundarias (Figura 25).

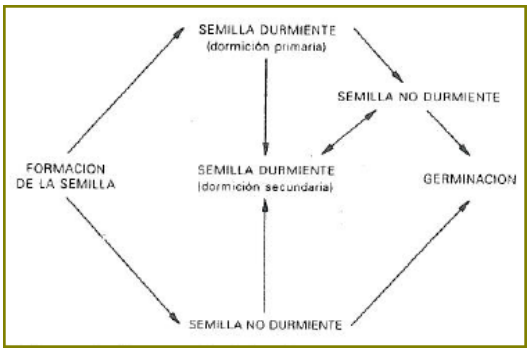


Figura 26 Representación esquemática de los diferentes estadios por los que puede pasar una semilla

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

Figura tomada de Bewley y Black, 1982 (modificado).

Tipos de dormición de semillas

Simplificado al máximo lo expuesto anteriormente se pueden establecer dos categorías fundamentales de dormición de semillas:

- Dormición impuesta por las cubiertas seminales (Latencia exógena)
- Dormición embrionaria (Latencia endógena)

Dormición impuesta por cubiertas seminales (Latencia exógena)

Las semillas que presentan este tipo de latencia tienen un retraso en la germinación y es debido a propiedades físicas y químicas de las cubiertas seminales, por lo que podríamos denominarla "latencia impuesta por las cubiertas seminales". En este caso el embrión aislado puede germinar con normalidad.

La dormición se manifiesta solamente en la semilla intacta y el embrión aislado puede germinar con normalidad. La escarificación (eliminación total o parcial de las cubiertas seminales) suele ser, por tanto, suficientes para conseguir la germinación.

Los mecanismos por los cuales las cubiertas seminales imponen la dormición son los siguientes:

a) *Interferencia con la captación de agua.* La presencia de cubiertas impermeables al agua es una de las causas más comunes de dormición de semillas. Sólo cuando, con el transcurso del tiempo, vayan cediendo las causas de la impermeabilidad, la semilla podrá estar en condiciones de germinar. Las cubiertas impermeables (en mayor o menor grado) al agua es una característica de ciertas especies e incluso de ciertas familias de plantas (Fig. 26. La familia Leguminosae es una de las más conocidas en este sentido.

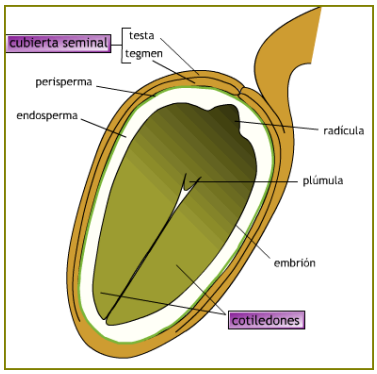


Figura 27 Ejemplo de semilla con cubierta impermeable al agua

Por otro lado, y en sentido más amplio, la impermeabilización no tiene que ser necesariamente una característica ligada exclusivamente a las cubiertas seminales. Así, en granos de algunas variedades de trigo (*Triticum aestivum*) que presentan resistencia a la entrada de agua, se comprobó que ésta venía determinada por el lento movimiento del agua en el endospermo, más que una obstrucción de las cubiertas (Figura 27).

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

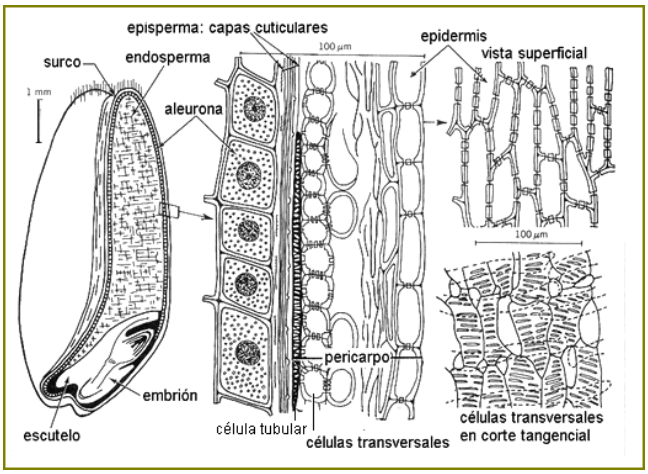


Figura 28 Grano de trigo mostrando la capa de endospermo, que determina el lento movimiento del agua a través de este.

b) *Interferencia con el intercambio gaseoso*. Las diferentes capas de tejidos que rodean al embrión pueden limitar el intercambio gaseoso de éste con el exterior y dificultar así la entrada del oxígeno. Esto supone una interferencia con el proceso de respiración que puede llegar a impedir la geminación se la semilla.

La existencia de un bajo coeficiente de difusión de oxigeno a través de la cubierta se debe generalmente a algunas de las dos causas siguientes:

- Presencia de una capa mucilaginosa sobre la cubierta seminal
- Consumo del oxígeno por los diferentes componentes de la propia cubierta, reduciéndose de este modo la cantidad total de este gas que pasa a su través.

c) *Presencia de inhibidores en las cubiertas seminales.* La naturaleza química de los inhibidores de la germinación presentes en las cubiertas es muy varada. Una de las principales sustancias asociadas con la dormición de semillas es el ácido abscísico (ABA).

Sin embargo, la mayoría de los estudios realizados sobre este regular de crecimiento, se han llevado a cabo mediante aplicaciones exógenas de ABA (Fig. 28) y sólo en muy pocos casos se han podido correlacionar los niveles de ABA endógeno de las cubiertas o de otras partes de las semillas con los que determinan dormición. La presencia de inhibidores en las cubiertas seminales es el causante de que especies tropicales y subtropicales no puedan germinar en las estaciones secas.

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

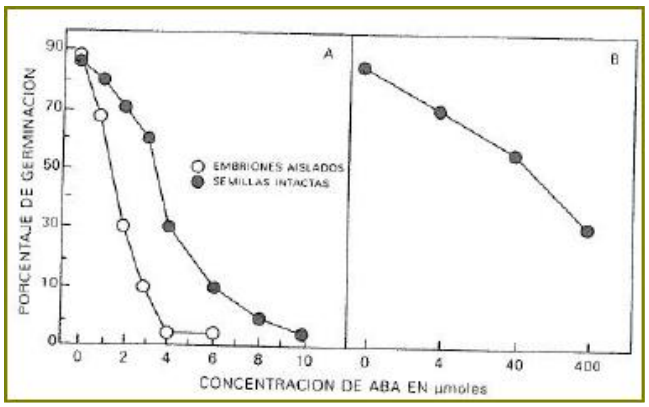


Figura 29 Efecto de las aplicaciones exógenas de ácido abscísico sobre la Germinación de semillas.

En la figura se muestra A, lechuga (Lactuca sativa) y B, arce (Arce pseudoplatanus).

La naturaleza química de los inhibidores es muy variada, pero principalmente compuestos fenólicos. La eliminación manual de la cubierta o la lixiviación de los frutos es suficiente para que se inicie la germinación. En condiciones naturales esto ocurre durante las estaciones lluviosas

d) *Impedimentos para la salida de inhibidores.* Los inhibidores de la germinación pueden estar presentes en los tejidos de la semilla además de en las cubiertas seminales, por lo que éstas pueden impedir o al menos dificultar la salida de aquellos al exterior. El embrión retendrá así un alto nivel de inhibidores, y la dormición se mantendrá.

e) *Restricciones Mecánicas.* En muchos casos las cubiertas seminales ejercen una restricción mecánica a la expresión de la radícula. Este hecho es muy frecuente en semillas duras como las semillas de numerosas especies de leguminosas.

Frecuentemente, la escarificación por diferentes métodos de la cubierta en la zona radicular elimina la restricción y permite la emergencia de la radícula.

Por otra parte, en algunas semillas, como en las de ciertas variedades de lechuga (*Lactura sativa*), es el endospermo (muy complejo estructuralmente) y no las cubiertas, quien impone la dormición, al impedir el desarrollo de la radícula.

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

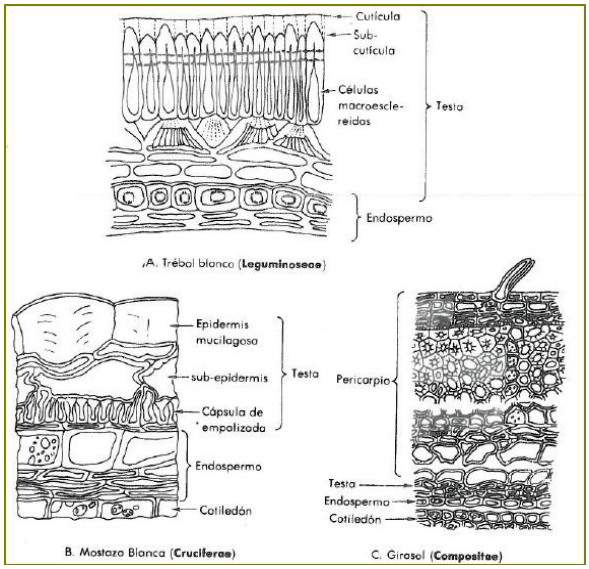


Figura 30 Tres tipos de cubierta de las semillas que influyen en las condiciones de letargo de las mismas.

(A) Trébol blanco (*Melilotus alba)* Leguminosae: La capa exterior de células se vuelve dura e impermeable debido a las células macroesclereidas orientadas verticalmente que han sido cubiertas por una capa de cutícula. (B) Mostaza blanca *(Brassica hirta)* Cruciferae: Las cubiertas exteriores de la semilla desarrollan una capa mucilaginosa al remojarlas en agua. (C) Girasol *(Helianthus annuus)* Compositae: El pericarpio se endurece en una capa fibrosa que coalesce con la cubierta de la semilla. La capa endospérmica es delgada y más o menos membranosa, y en algunas especies y cultivares pueden funcionar en el control del letargo.

2. Dormición embrionaria (Latencia endógena)

El embrión es durmiente en sí mismo, de manera que la eliminación de las cubiertas no permite la germinación

La latencia endógena viene determinada por características anatómicas, morfológicas y fisiológicas del propio embrión (Latencia embrionaria). En este caso el embrión es durmiente en sí mismo, y es incapaz de germinar incluso si es aislado de la semilla y colocado en condiciones favorables. Este tipo de latencia sólo puede eliminarse cuando existan factores que puedan provocar cambios en las características anteriores, tales como la estratificación a ciertas temperaturas, condiciones de iluminación, administración de sustancias de crecimiento, etc. Podemos distinguir tres tipos de latencia endógena, dependiendo de la característica que provoque tal dormición: Latencia morfológica, latencia fisiológica, y latencia morfofisiológica.

a) *Latencia morfológica:* Este tipo de latencia se debe a que el embrión no está desarrollado totalmente y, por lo tanto, la germinación no puede producirse hasta que el embrión complete su total desarrollo. Las Palmáceas, Araliáceas, Magnoliáceas y Ranunculáceas son ejemplos que presentan este tipo de latencia. La inmadurez del embrión se completa en condiciones de estratificación a temperaturas adecuadas durante días o meses. Además, esta inmadurez embrionaria suele estar asociada con algún tipo de latencia morfofisiológica.

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

b) *Latencia fisiológica:* Se debe a una disminución en la actividad de los embriones. Las semillas que la presentan pueden eliminarla mediante un almacenamiento en sitio seco, con tratamiento frío o con tratamiento luminoso.
   - Semillas que necesitan un almacenamiento seco: Lo presentan la mayoría de los cereales (arroz, cebada, trigo, avena) y algunas variedades de lechuga y trébol. Las semillas así almacenadas van perdiendo paulatinamente la latencia y van adquiriendo la capacidad de germinar al colocarlas en condiciones adecuadas. Es por lo tanto una latencia poco profunda, sin conocerse las causas que la provocan, ni los cambios que sufren las semillas tras el almacenamiento
   - Semillas con un requerimiento frío: Algunas especies que necesitan pasar un período frío son: Corylus avellana (avellano), Fagus sylvatica (haya), Fraxinus excelsior (fresno), Betula sp. (abedul), Pinus sp. (pino), Malus sp. (manzano), Rosa sp. (rosa), etc. Estas semillas si se siembran en otoño y quedan expuestas al frío invernal germinará a la primavera siguiente. Por ello, la práctica habitual es colocar las semillas embebidas en agua entre capas de arena, y dejarlas así durante el tiempo que sea necesario, lo que varía según las especies
   - Semillas sensibles a la luz: Existe un reducido número de especies en las que la germinación es inhibida por la luz (Nemophilla insignis, Phacelia tanacetifolia, Lythrum salicaria y Phlox drumondii). Para que estas semillas respondan a la luz han de estar embebidas en agua y percibir un corto período de iluminación. Además, las temperaturas elevadas también les afectan. El almacenamiento en sitio seco permite que al cabo de un cierto tiempo las semillas germinen en oscuridad completa. Parece ser que el fitocromo juega un papel decisivo en la respuesta de las semillas a la luz, tanto en las que la germinación es inhibida como estimulada (reversión rojo/rojo lejano). El fitocromo suministra un sensor luminoso que contribuye a desencadenar todo el proceso de la germinación cuando la semilla se encuentra muy cerca o en la superficie del suelo.

c) *Latencia morfofisiológica:* Es una combinación de las dos anteriores. Suele darse una inmadurez embrionaria con algún problema fisiológico, como ocurre en semillas de Viburnum opalus. Estas semillas germinan a temperaturas cálidas y es el hipocótilo el que presenta la dormición; pero sólo reanudan el crecimiento cuando la plántula, con un sistema radicular desarrollado, es sometida a un tratamiento frío.

3. Latencia combinada.

Generalmente, en la mayoría de los casos, las semillas presentan una latencia combinada, es decir, una combinación de latencia endógena y exógena. Así, en semillas de Tilia (tilo), por ejemplo, la dormición fisiológica está asociada con una impermeabilidad al agua de las cubiertas seminales. En otros casos, hay una asociación entre endocarpo duro y latencia fisiológica como en Crataegus (majuelo), Cornus (cornejo) y Rosa (rosa).

ECOLOGÍA DE LA LATENCIA DE SEMILLAS

Una semilla durmiente terminará germinando en algún momento, y en la Naturaleza sobran los factores capaces de ir gradualmente eliminando el estado de dormición. Generalmente la dormición de semillas suele suponer un fuerte valor adaptativo para la especie. He aquí algunos ejemplos que ilustran claramente este hecho.

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

Muchas especies anuales de zonas áridas tienen inhibidores hidrosolubles en la cubierta de sus semillas. La lluvia los lava y elimina, determinando la germinación en el momento más idóneo, cuando la joven plántula va a encontrar en el suelo el agua necesaria para su desarrollo.

La necesidad de luz que se puede observar en muchas semillas de malas hierbas, favorecerá la germinación de las semillas que queden en la superficie del suelo después de cada labor agrícola. Con ello la población total de semillas de la especie en el suelo va germinando escalonadamente, mientras un buen número de ellas (el llamado <banco de semillas> del suelo) se mantiene en reserva para años sucesivos.

Las especies con frutos carnosos están en general adaptadas a que sus semillas sean dispersas por los animales, especialmente por las aves. En muchos casos existen inhibidores en la pulpa de los frutos, que evitan la germinación prematura en un medio donde se pueden das las condiciones necesarias para ello. Pero también es frecuente que las propias semillas contengan inhibidores de la germinación y que estos se eliminen al pasar por el tracto digestivo de los animales que se alimenten de los frutos. En el caso de semillas duras, los ácidos digestivos del animal pueden llegar incluso a escarificar las cubiertas seminales y de esta forma facilitar la germinación tras la dispersión de la semilla.

Algunas semillas de especies pirófitas (plantas suya propagación se ve favorecida por los incendios), frecuentemente en el matorral mediterráneo, contienen en sus cubiertas inhibidores de la germinación, que se destruyen con las altas temperaturas. Al eliminarse estos son el calor tras un incendio, las semillas que se mantengan viables podrán germinar rápidamente. Además muchas semillas de plantas pirófitas colonizadoras, como por ejemplo distintas especies de jaras (Cistus), presentan cubiertas impermeables al agua. Las altas temperaturas del suelo que se alcanzan durante los incendios escarifican las cubiertas seminales y posibilitan así la germinación de las semillas.

¿QUÉ PASA CON LA LATENCIA EN MÁIZ? ¿Y LA GERMINACIÓN?

Si bien es cierto que el maíz pertenece a la familia de las gramíneas comparado con algunos zacates como el zacate búfalo (*Buchloe dactyloides*) que presenta una latencia media, **en el maíz la presencia de latencia es nula** (Hérnandez et al., 2007).

Comparando las características morfológicas del maíz con el teocinte y *Tripsacum* podemos observar que el maíz no presenta latencia, a diferencia del teocinte que en algunas ocasiones puede presentar, y finalmente, el *Tripsacum* presenta cierto nivel de latencia (Tabla 13)

Las comparaciones de las características morfológicas esenciales de la planta de maíz con aquellas de las especies más próximas como el teocinte y el *Tripsacum* se describen en la Tabla 12.

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

Tabla 13 Características morfológicas de maíz, teocinte y *Tripsacum*

tomada de: Paliwal R.L. *et al*., 2001

Aspecto de la planta	Maíz	Teocinte	Tripsacum
Hábito	Anual	Anual y perenne con rizomas	Perenne con rizomas
Multiplicación	Por semillas	Por semillas y vegetativa	Vegetativa y por semillas
Sistema radicular	Estacional	Persistente y estacional	Persistente
Sistema caulinar	Tallo principal, pocos macollos	Con macollos y ramificado	Macollos abundantes y ramificado
Hojas	Anchas	Similar al maíz	Angostas a medio angostas
Inflorescencia lateral	Femenina	Predominantemente femeninas y algunas mezcladas	Mezclada
Inflorescencia terminal	Masculina, grande y dominante	Masculina, media	Mezclada
Espiguillas femeninas	Apareadas	Simples	Simples
Espiguillas masculinas	Apareadas	Apareadas	Apareadas
Mazorca	Muchas filas, cubierta	Dos filas, cubierta	Dos filas, descubierta
Fruto	Desnudo, no dehiscente	Con cubierta rígida, cupulado, dehiscente	Con cubierta rígida, dehiscente
Reproducción	Sexual	Sexual	Apomíctica y sexual
Semilla	Sin latencia	Latencia en algunos casos	Latencia

Las semillas de maíz y teocinte tienen muchas características que sirven para diferenciarlas, una de ellas es la forma en que está constituido su germoplasma. El efecto más notorio en cuanto a cambios en el germoplasma, fue la pérdida de la cubierta dura del teocinte, cubierta que es una barrera a la permeabilidad ocasionando latencia. Como también un aumento en el maíz de la síntesis de antocianinas en la aleurona, estas semillas poseen mucho más almidón que las semillas de teocinte normales.

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

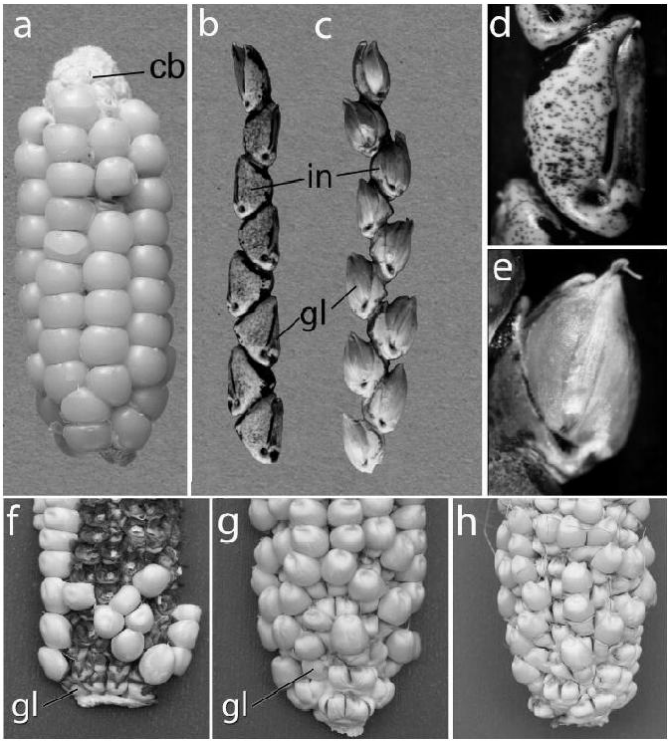


Figura 31 Comparativo Maíz y teozintle

A) Mazorca de maíz mostrando el eje (cb); B) Mazorca de teocinte y C) Mazorca de teocinte con el alelo tga1 del maíz, vemos los internodos (in) y la gluma (gl). D) Grano de teocinte, nótese la desarrollada cubierta protectora. E) Grano de teocinte con el alelo tga1 del maíz. F) Mazorca de maíz cultivado, véase las glumas (gl). G y H) Mazorca de maíz con el alelo tga1 del teocinte, las glumas se han alargado e incluso envuelto algunos granos (Wang, H. *et al*., 2005). Estos cambios morfológicos son claros pasos evolutivos hacia maíz debido a que el maíz NO posee cubierta dura.

Otra diferencia (Fig. 30) destacable es el hecho de que las semillas del teocinte están protegidas por una corteza dura, oscura y lignificada; una protección que en el maíz está ausente y reducida a un formidable asiento para las semillas desnudas (Wang, H. *et al*., 2005).

Diversos estudios moleculares indican que uno de los QTL más importantes para el desarrollo de estas cubiertas es el teocinte glume architecture1 (tga1), cuyos avances más importantes se deben al equipo de Wang, H. et al. 2005. Sus resultados, publicados recientemente en Nature, concluyen que el teocinte glume architecture1 (tga1) es con toda probabilidad otro gen regulador que actúa como punto de partida en la formación de estas cúpulas (Wang, H. *et al*., 2005).

También observaron hasta seis diferencias genéticas fijadas entre el tga1 del maíz y el del teocinte, de las cuales, una de ellas, la sustitución de una lisina por una asparangina en la posición 6, es causante de la diferente actividad del gen en una planta u otra. Conforme el modelo de los autores, observamos que basta una única mutación en un gen clave para originar las semillas desnudas que vemos en el maíz a partir de las fuertemente protegidas semillas del teocinte

En el caso de maíz por el grado de domesticación no presenta latencia, ya que carece de la cubierta impermeable (característica del teocinte) que impida la germinación y emergencia de la plántula.

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

La germinación y emergencia solo se ve influenciada por factores ambientales. Cuando la semilla se siembra en suelo húmedo, absorbe agua y comienza a hincharse, un proceso que procede más rápidamente a temperaturas altas como las que prevalecen en muchos ambientes tropicales en la estación húmeda; bajo estas condiciones, la semilla empieza a germinar en dos o tres días. En el invierno o en condiciones de bajas temperaturas del suelo como en las tierras altas, el proceso se demora y la emergencia de la radícula puede ocurrir a los seis u ocho días, dependiendo de la temperatura del suelo. Contrariamente a esto, la temperatura del suelo en algunos ambientes puede ser tan alta que la semilla puede morir, especialmente si falta humedad, por ejemplo en el cultivo de maíz de secano sembrado en suelo seco a la espera de las lluvias. Onderdonk y Ketcheson (1972).



MAÍZ **TEOCINTE** ***TRIPSACUM***

Figura 32 Estructura de la semilla de maíz, teocinte y *Tripsacum*.

Tomado de http://www.tropicalforages.info/key/Forages/Media/Html/Tripsacum_dactyloides.htm

Cuando se inicia la germinación, la coleorriza se elonga y sale a través del pericarpio; después aparece la radícula a través de la coleorriza. Inmediatamente después de la emergencia de la radícula también emergen tres o cuatro raíces seminales. Al mismo tiempo o muy pronto después, la plúmula cubierta por el coleoptilo emerge en el otro extremo de la semilla; el coleoptilo es empujado hacia arriba por la rápida elongación del mesocotilo, el cual empuja al naciente coleoptilo hacia la superficie de la tierra. El mesocotilo juega un papel importante en la emergencia de la plántula del maíz por encima de la superficie de la tierra y tiene una gran plasticidad sobre la tasa de crecimiento y la longitud a que llega. Cuando el extremo del coleoptilo surge a través de la superficie de la tierra cesa la elongación del mesocotilo, emerge la plúmula a través del coleoptilo y esta aparece sobre la tierra.

CONCLUSIÓN

Si bien es cierto que el maíz pertenece a la familia de las gramíneas, **en el maíz la presencia de latencia es nula** dado su grado de domesticación ya que, gracias a este proceso, **posee una cubierta permeable que permite la germinación y emergencia de la plántula**, caso contrario al teocinte que tiene una cubierta dura que funge como barrera a la permeabilidad ocasionando latencia. Asimismo, esta conclusión se aplica al maíz con la tecnología GA21 ya que los estudios moleculares y agronómicos realizados para caracterizar al maíz con la tecnología GA21 y establecer su equivalencia con el maíz convencional, demuestran que la modificación genética en ningún momento alteró sus características fenotípicas más allá de la deseada que es la tolerancia a la aplicación del herbicida glifosato.

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

f) Declaración sobre la existencia de efectos sobre la diversidad biológica y al medio ambiente que se puedan derivar de la liberación del OGM

Como ya se mencionó en el apartado *16 II. Identificación de la zona o zonas donde se pretenda liberar el OGM y el en subapartado 2: Descripción geográfica;* el sitio propuesto en el que se llevará a cabo la liberación no se encuentra cerca de Áreas Naturales Protegidas o zonas determinada como prioritaria para la conservación por su alta riqueza en especies o endemismos[37], por lo que no se esperan efectos a la diversidad biológica y al medio ambiente, ni a la sanidad animal, vegetal y acuícola de una liberación que será llevada a cabo en terrenos de uso de suelo agrícola.

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

Se presenta un método de detección y cuantificación evento específico basado en amplificación del ADN de interés (la tecnología MON-ØØØ21-9, en este caso) mediante la reacción en cadena de la polimerasa en tiempo real (RT- PCR). Este método de detección ha sido validado por el Laboratorio de Referencia de la Comunidad Económica Europea (Community Reference Laboratory, CRL por sus siglas en inglés), del Centro Común de Investigación de la Unión Europea (Joint Research Centre, JRC por sus siglas en inglés) y es público a través de la siguiente página de internet: http://gmo-crl.jrc.ec.europa.eu/summaries/GA21Syng_validated_Method.pdf , mismo que se encuentra como anexo 1 en el Apéndice B de este documento.

En dicho protocolo se describe un método de detección cuantitativo en RT-PCR, empleando la tecnología TaqMan® para la determinación del contenido relativo del ADN del maíz con la tecnología MON-ØØØ21-9 en ADN total de maíz. El procedimiento es un sistema "simplex"[38], empleando el gen endógeno de maíz adh1 como gen de referencia para la amplificación de ADN especie específico (control interno del ensayo) y la amplificación de la secuencia blanco del maíz con la tecnología MON-ØØØ21-9; ambas amplificaciones son llevadas a cabo en viales separados. El ensayo se diseñó y optimizó en un equipo ABI Prism® 7700, sin embargo se puede emplear cualquier termociclador, siempre y cuando se modifiquen y se verifiquen las condiciones de reacción.

El método fue desarrollado por Syngenta Seeds y fue validado por el JRC en 2006. Los resultados se presentaron en un documento separado, mismo que se puede encontrar en la página de internet: http://gmo-crl.jrc.ec.europa.eu/summaries/GA21Syng_val_report.pdf anexo 2 en el Apéndice B de este documento.

El JRC en colaboración con la Red Europea de laboratorios de OGM (European Network of GMO Laboratories (ENGL)) llevó a cabo un estudio de validación total (ring-trial) siguiendo todos los

[37] http://www.pronatura.org.mx/sobre_pronatura/sistema_nacional_pronatura.php

[38] Simplex: que únicamente se puede amplificar y detectar una secuencia de ADN con la misma reacción de PCR-TR.

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

lineamientos aceptados a nivel internacional para probar el desempeño del método de detección y cuantificación evento específico para el evento de transformación de maíz con la tecnología MON-ØØØ21-9.

Participaron16 laboratorios en el estudio de validación, miembros del ENGL, de ocho países de la Unión Europea. El JRC consideró que el desempeño del método es apropiado para los objetivos para los que fue diseñado, tomando en cuenta los criterios de desarrollo propuestos por el ENGL para métodos sometidos con fines regulatorios.

En conclusión, el JRC confirmó que el método validado es adecuado para fines de cumplimiento regulatorio, por lo que Syngenta declara expresamente que el método presentado en esta solicitud es el reconocido para la detección del maíz con la tecnología MON-ØØØ21-9 objeto de esta solicitud.

Existe material de referencia certificado en el Instituto de Materiales de Referencia y Medidas del JRC de Europa, (Institute for Reference Materials and Measurements (IRMM)): número de catálogo ERM-BF414 (series de la a-f)[39].

Adicionalmente se desea declarar que en cumplimiento con el **artículo 66 del RLBOGM**, Syngenta Agro hace entrega a la autoridad competente con fecha de 23 de febrero de 2010, del material de referencia positivo que permite la detección, identificación y cuantificación del maíz con la tecnología MON-ØØØ21-9 objeto de esta solicitud, así como material de referencia negativo del mismo. **(Acuse de Carta de entrega de material anexo 3 en el Apéndice B de este documento)**.

De forma comercial existen métodos de detección rápidos que pueden ser útiles en actividades de monitoreo e inspección, empleadas como pruebas presuntivas dado que no son evento específico. Algunos métodos disponibles[40] con capacidad para detectar las proteínas presentes en el maíz con la tecnología MON-ØØØ21-9, son:

- Envirologix™ QuickStix™ Kit for Roundup Ready® Corn – Número de catálogo AS 010 BG
- Envirologix™ QuickStix™ Kit for Roundup Ready® Plant Tissue – Número de catálogo AS 010
- Envirologix™ QualiPlate™ Kit for Roundup Ready® Corn –Número de catálogo AP 010
- Agdia®Inc. PathoScreenRoundupReady® ELISA: Complete Kit Número de catálogo: PSP 74000/0288

[39] Visitar: http://irmm.jrc.ec.europa.eu/html/reference_materials_catalogue/catalogue/RM_Catalogue.pdf
Página 27.
[40] Para mayor referencia por favor visitar: http://envirologix.com/artman/publish/cat_index_5.shtml, y http://www.agdia.com/

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

h) Existencia potencial de flujo génico del OGM a especies relacionadas

Tasas de entrecruzamiento y distancias de aislamiento

Feil y Schmid (2002), Brookes y *et al*. (2004), Sanvido *et al*. (2008) y más recientemente Riesgo *et al.* (2010) han repasado recientemente la literatura en la dispersión del polen del maíz y tasas de entrecruzamiento. Estas revisiones, así como un número de otras publicaciones (Ingram 2000; Luna *et al*. 2001; Stevens *et al.* 2004; Halsey *et al.*, 2005; Ireland *et al.* 2006; Messeguer *et al.* 2006; Bannert y Stamp 2007; Lentini Z., *et al* 2007; Devos, Y *et al* 2009) precisan un número de factores bióticos y abióticos que pueden influenciar las tasas de entrecruzamiento de maíz, incluyendo:

- Sincronía floral entre el donador y receptor del polen
- temperatura ambiental al momento de la dehiscencia del polen
- Humedad relativa del ambiente al momento de la dehiscencia del polen
- Velocidad y dirección de los vientos prevalecientes (incluidas las turbulencias)
- Topografía del terreno
- Distancia entre el donador y el receptor del polen
- Competencia entre el polen foráneo y polen de la parcela receptora (la escala de la emisión del polen en la parcela receptora y la escala de la emisión del polen del donador relativo al tamaño de la parcela receptora del polen, así como el tamaño absoluto de la parcela receptora – entre más grande sea la parcela receptora, más grande la presencia del polen foráneo, éste se diluirá y así promedio de entrecruzamiento por lote será más bajo, por ejemplo, el entrecruzamiento es más alto en los márgenes de las parcelas que en los puntos medios de las mismas.
- Diseño experimental, por ejemplo, arreglos físicos entre el donador y el receptor del polen (concéntricos, vecinos o distantes uno del otro), método para determinar las tasas de entrecruzamiento (colecta de polen o colecta de semillas resultantes).
- Prácticas agronómicas como el desespigado, uso de surcos borderos, etc.

Existen diversos estudios acerca de las distancias a las que se presenta o no flujo entre parcelas o lotes de maíz a continuación se hace un breve recuento de ellos.

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

Tabla 14 Distancias y tasas a las que se he presentado entrecruzamiento en diversos estudios en campo

Autor del estudio y año	Distancia a la fuente del polen	Tasa de entrecruzamiento (%)
Sauthier M.A., *et al* 2004 (considerando condiciones muy favorables para la viabilidad del polen)	597 m	0.17
Halsey M.E. *et al*., 2005	30	0.1-1.0
	60	0.1-1.0
	120	0.01-0.1
	240	0.01-0.1
	480	0.001-0.01
	750	<0.001
Goggi S. *et al* 2006 (promedio de mediciones de flujo en 8 puntos cardinales durante 2 años)	1	23.45
	10	2
	35	0.4
	100	0.04
	150	0.02
	200	0.0185
	250	0.016
Weekes R. *et al*., 2007 (Se muestran datos promedio de %GM a distancias representativas, en el estudio se mencionan 18 distancias a la fuente de polen y se sugiere el asilamiento necesario dependiendo del tamaño del campo)	0	0.74
	20	0.16
	50	0.12
	100	0.10
	200	0.02
Lentini Z*. et al.,* 2007	24-98 m	0.3 y >0.9
	278m	>0.07
	328 m	0.01
Sanvido O. *et al.,* 2008 (análisis estadístico de varios estudios)	0-10 m	5.72
	10-25m	0.35
	25-50 m	0.23
	Más de 50 m	0.19

Como ya se revisó anteriormente casi todas la variantes de *Z. mays* ssp. *mays* pueden entrecruzar fácilmente y formar híbridos viables. Dado que el maíz es un cultivo que se reproduce principalmente por entrecruzamiento, las cruzas intraespecíficas pueden ocurrir entre plantas vecinas siempre y cuando los tiempos de floración entre ellas se sobrelapan y los factores agrometeorológicos y agronómicos mencionados más arriba lo permitan.

Las plantas voluntarias son agentes poco probables de transferencia de genes ya que los granos polinizados no son liberados naturalmente de la mazorca (OGTR, 2008).

La polinización mediada por viento puede ocurrir entre cultivos de maíz hasta varios metros, sin embargo debido al peso relativamente grande y al diámetro de los granos de polen, la mayor cantidad de polen es depositado dentro de los primeros 60 m a partir de la fuente del mismo. (Raynor *et al*. 1972; Luna *et al*. 2001; Aylor 2002; Jarosz *et al*. 2003) y existe poca o nula polinización más allá de los 300m (Luna *et al*. 2001). En los estudios llevados a cabo por Halsey *et al*. (2005) se consideró que tanto el

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

tiempo de floración como la distancia de aislamiento son importantes para que se lleve a cabo el flujo mediado por polen, concluyeron que para el caso de maíz, bajo condiciones experimentales, 200 m fueron suficientes para reducir el polen a < 0.1%. También se debe tomar en cuenta que la probabilidad de entrecruzamiento depende de la competencia del polen local vs. polen foráneo, como ya se mencionó anteriormente. El hecho de que una sola planta de maíz produzca millones de granos de polen quiere decir, que aún cuando un grano de polen pueda viajar cientos de metros, la planta receptora siempre se verá rodeada por un número muchísimo mayor de polen local, disminuyendo con esto la probabilidad de polinización cruzada. (Bannert & Stamp 2007). Algunas medidas tendientes a disminuir la producción del polen como el desespigado, la esterilidad citoplásmica masculina o el uso de barreras biológicas de especies diferentes del maíz (Langhof M., *et al*., 2008), contrariamente a lo pensado, podrían incrementar el flujo a larga distancia debido a la reducción de competencia de polen (Bannert & Stamp 2007).

En los estudios llevados a cabo en Argentina, en condiciones climáticas diferentes de México, se encontró que en dirección de los vientos dominantes podía existir polinización cruzada a una distancia de 597 m, aunque a partir de los 97 m no existió diferencia significativa, también concluyeron que comparando sus resultados con los de Luna *et al*., 2001, pueden concluir que son menores las tasas de flujo en México, debido a las temperaturas elevadas que se presentan en nuestro país y recomendaron que en el caso de realizar la producción del cultivo transgénico, ésta se debería llevar a cabo en épocas en las que la floración coincida con vientos de poca intensidad y/o con temperaturas elevadas (mayores a 38ºC), con lo cual se reduciría por un lado el tiempo en el que el polen queda viable y, por el otro, el desplazamiento del mismo (Sauthier *et al*., 2004).

Por otro lado, Riesgo[41] *et al* (2010) con base en los numerosos estudios de campo que se han realizado en la Unión Europea, reportan un análisis estadístico de polinización cruzada en maíz, **mostrando que una distancia de aislamiento de 40 m es suficiente para mantener el porcentaje de presencia adventicia por debajo del 0.9% necesario en la UE**. No obstante lo anterior, esta medida de aislamiento no es la única medida que los autores están recomendando para la producción de maíz**,** si no además comentan que las barreras de polen de maíz convencional han demostrado reducir la polinización cruzada de maíz GM con mayor efectividad que la distancia de aislamiento impuestas por los gobiernos de la UE, que dejar un espacio libre entre cultivos o que cultivar otros cultivos diferentes al maíz. **Con una barrera de maíz convencional de 10 a 20 m alrededor de la fuente de polen de maíz GM, el maíz convencional aledaño a este raramente excede el porcentaje de presencia adventicia de 0.9%**, por lo que las zonas de amortiguamiento, zonas descartables y otras medidas pueden combinarse o sustituir a las distancias de aislamiento impuestas en la UE, en busca de un sistema que incremente las opciones reales que tienen los agricultores para elegir el cultivo de su elección.

- **Probabilidad de que se presente flujo génico del OGM a especies relacionadas en el sitio de liberación experimental propuesto**

De acuerdo a la evidencia científica presentada en el punto anterior y a la información contenida en el inciso 16. II. ***"Identificación de la zona o zonas donde se pretenda liberar el OGM"*** de esta solicitud; en la que se incluye el listado de especies sexualmente compatibles en las zonas aledañas al sitio (considerando la información disponible al momento de presentar esta solicitud), las características geográficas y tomando en cuenta las medidas de bioseguridad propuestas, se estima que la probabilidad de que se presente flujo génico a poblaciones de maíces nativos es prácticamente nula, debido a las

[41] http://www.nature.com/nbt/journal/v28/n8/full/nbt0810-780.html

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

distancias de aislamiento natural, la topografía del sitio y la separación temporal. Mientras que es imposible que se presente flujo hacia poblaciones de teocinte, dado que hasta donde Syngenta tiene conocimiento por información de libre acceso, éste no ha sido reportado en el sitio de liberación propuesto.

CONCLUSIÓN DE LA EVALUACIÓN DE RIESGOS MEDIOAMBIENTALES

El híbrido de maíz con la tecnología GA21 no ve afectada sus características de supervivencia, multiplicación o diseminación excepto en presencia de glifosato. La probabilidad de que ocurran efectos medioambientales no deseados, incluyendo efectos directos o indirectos hacia plantas o sus productos, debido al cultivo de maíz con la tecnología GA21 no difiere de la del cultivo del maíz convencional. Con base a los datos disponibles, se prevé que la probabilidad de los efectos adversos sobre organismos no-blanco (plagas no objetivo) o sobre la funcionalidad del suelo sea muy baja o casi nula. Aún con la presencia del gen *mepsps* que le permite a la planta de maíz tolerar la aplicación de glifosato, no es probable que se provoque un efecto sobre la diversidad botánica adicional al que se genera con la aplicación de herbicidas, práctica común de manejo de malezas en México.

Por tanto, no se han identificado riesgos significativos en el análisis de riesgos medioambientales, incluidos los riesgos a la sanidad animal, vegetal y acuícola, a excepción de los asociados al uso del glifosato como herbicida (no objeto de esta solicitud), tal como ocurren en la agricultura convencional. El diseño de los ensayos de campo a pequeña escala y las medidas de seguridad adoptadas garantizan la reducción al mínimo de esta posibilidad.

i) Bibliografía reciente de referencia a los datos presentados,

Con fines de mantener un estilo científico uniforme, toda la bibliografía empleada se presenta al final en un apartado específico, se pide amablemente al lector referirse a él.

j) Las demás que establezcan las NOM que deriven de la Ley.

La Ley Federal de Procedimiento Administrativo en su Artículo 4 menciona que los actos administrativos de carácter general, tales como reglamentos, decretos, acuerdos, **normas oficiales mexicanas**, circulares y formatos, así como los lineamientos, criterios, metodologías, instructivos, directivas, reglas, manuales, disposiciones **que tengan por objeto establecer obligaciones específicas cuando no existan condiciones de competencia y cualesquiera de naturaleza análoga a los actos anteriores**, que expidan las dependencias y organismos descentralizados de la administración pública federal, **deberán publicarse en el Diario Oficial de la Federación para que produzcan efectos jurídicos**.

Al momento de la presentación de esta solicitud de permiso de liberación en fase experimental del maíz MON-ØØØ21-9, no han sido publicadas en el Diario Oficial de la Federación ninguna Norma Oficial Mexicana derivada de la LBOGM aplicable a los permisos de liberación en fase experimental, piloto o comercial.

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

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

a) Medidas y procedimientos de monitoreo de la actividad:

1. Plan de monitoreo detallado

Se efectuará un monitoreo durante la liberación y la cosecha del maíz con la tecnología GA21. Las actividades incluyen:

- Efectuar una localización georreferenciada de los lotes de los agricultores cooperantes que siembren del maíz con la tecnología GA21 con el propósito de tener un control sobre los sitios de liberación y de esa manera evitar que se siembre en predios no autorizados.

- Realizar un monitoreo de canales de riego y drenes adyacentes a los predios con el fin de detectar el posible establecimiento de plántulas en sus orillas.

- Realizar una capacitación a todo el personal involucrado en la liberación experimental con el objeto de que toda persona relacionada con el cultivo conozca las posibles implicaciones, riesgos y beneficios de uso y manejo del maíz con la tecnología GA21. Además, todo el personal involucrado deberá saber que debido a que del maíz con la tecnología GA21 tiene como característica la tolerancia a la aplicación del herbicida Glifosato.

- Proporcionar la asistencia técnica necesaria a los agricultores para un adecuado manejo del cultivo por parte de un investigador o técnico reconocido de la zona.

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

Después de la destrucción de la cosecha y material vegetal remanente, se establecerá un programa de monitoreo que pudiera incluir la búsqueda y destrucción de plantas voluntarias durante el ciclo de cultivo siguiente.

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.

El administrador del ensayo deberá monitorear cada cuatro semanas el sitio y sus vecindades para verificar la no aparición de plantas voluntarias durante un período de seis meses. Fuera del sitio experimental se emplearán tiras reactivas que identifiquen la presencia de la proteína EPSPS, y en caso de ser necesario se tomarán muestras adicionales para su identificación evento específico.

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

b) Medidas y procedimientos de bioseguridad

PROCEDIMIENTOS DE BIOSEGURIDAD

Excellence through Stewardship® *(Excelencia A Través de la Gestión o ETS por sus siglas en Inglés)* es la primer iniciativa coordinada por la industria biotecnológica para promover la adopción global de programas de gestión y sistemas de gestión de la calidad para el ciclo de vida de los productos vegetales derivados de la biotecnología (desde su origen, durante su vida útil y hasta su descontinuación final), y tiene como finalidad complementar los programas de la industria y las partes interesadas que están dedicados a la gestión y la sustentación agrícola, además de estar diseñado para promover la comprensión y el conocimiento. La gestión se define como el manejo responsable de un producto desde su origen, durante su vida útil y hasta su descontinuación final. En la biotecnología vegetal, la gestión incluye prestar mucha atención a la introducción y al uso responsable de los productos.

Las **Guías para la gestión** están diseñadas con el fin de brindar a los responsables del desarrollo de productos vegetales biotecnológicos, a los proveedores y las partes interesadas una descripción general de las consideraciones de la gestión en diferentes fases de la vida útil de los productos vegetales obtenidos por biotecnología.

Una organización que se dedica a descubrir, desarrollar o proporcionar productos vegetales biotecnológicos debe tener implementados programas de gestión y sistemas de gestión de calidad. Estos componentes se deben adaptar e incorporar, según sea adecuado, para abordar el tipo y el alcance de las operaciones y las actividades de la organización referidas a la vida útil del producto. Si bien un programa de gestión está definido por los sistemas de administración y estructura de una organización, también debe incluir funciones, políticas, procesos, capacitación y requisitos de documentación para un manejo responsable de productos.

Para apoyar estos esfuerzos, ETS ofrece las siguientes guías en el desarrollo y aplicación de programas de gestión y sistemas de gestión de la calidad[42]

1. Guide for Stewardship of Biotechnology-Derived Plant Products
2. Guide for Product Launch Stewardship of Biotechnology-Derived Plant Products
3. Guide for Maintaining Plant Product Integrity of Biotechnology-Derived Plant Products
4. Guide for Incident-Response Management of Biotechnology-Derived Plant Products
5. Guide for Product Discontinuation of Biotechnology-Derived Plant Products

Dentro de este expediente, estas guías se abordan de manera general para conocer el alcance dentro del programa de gestión y sistema de gestión de la calidad.

Guía para la gestión de productos vegetales obtenidos por biotecnología[43]

Esta *Guía* se aplica a la gestión en toda la vida útil del producto biotecnológico (Fig. 32). La Guía brinda orientación a los responsables de desarrollo, a los proveedores y a quienes participan en la investigación en biotecnología vegetal, a través de un programa de gestión general, junto con consideraciones para la gestión específica en cada fase de la vida útil. Existen otras *Guías* de *Excellence Through Stewardship* que ofrecen información adicional relacionada con fases específicas de la vida útil contenidas en esta Guía, además de otras actividades.

Además, la Guía está diseñada con el fin de brindar información útil a las partes interesadas asociadas, que incluyen a quienes venden, compran y usan productos vegetales obtenidos por biotecnología.

[42] http://www.excellencethroughstewardship.org/ETSOverview.aspx
[43] http://www.excellencethroughstewardship.org/LinkClick.aspx?fileticket=1bxJGf1Odcs%3d&tabid=62

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.



Figura 33 Vida útil de los productos vegetales obtenidos por biotecnología

Programa de gestión

Se debe considerar e incorporar apropiadamente el siguiente listado de componentes del programa a cada fase de la vida útil del producto, cuando se desarrollen nuevos programas de gestión o se mejoren los programas existentes que son acordes al tipo y al alcance de las operaciones y las actividades de la organización.

- La estructura de una organización, que incluye responsabilidades y funciones definidas, centrada en mantener y mejorar políticas y prácticas de gestión para garantizar la responsabilidad en todas las regiones del mundo.
- Políticas, procesos y procedimientos de gestión integrados a los sistemas de gestión de calidad.
- Programas de capacitación y concientización de la gestión para empleados, contratistas, colaboradores, titulares de licencias y productores.
- Redes de comunicación establecidas para diseminar información de forma interna y externa a las partes interesadas.
- Un proceso para mantener la integridad de los productos vegetales. Para obtener orientación detallada sobre este proceso.
- Procesos definidos de verificación de la gestión para las operaciones internas y externas.
- Un proceso para incluir gestión y responsabilidades y requisitos de gestión de calidad en contratos y acuerdos de licencias aplicables.
- Una política y un proceso para la comercialización y el lanzamiento responsable de productos vegetales obtenidos por biotecnología.
- Un proceso para manejar efectivamente incidentes potenciales que involucren a los productos vegetales obtenidos por biotecnología.
- Un proceso para la descontinuación responsable de productos biotecnológicos vegetales.
- Revisiones de administración de la gestión en los hitos de la vida útil de un producto.

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

Consideraciones de la gestión para cada fase de la vida útil de un producto vegetal obtenido por biotecnología:



1. Descubrimiento del gen

La fase de *descubrimiento del gen* incluye actividades para identificar y evaluar los genes específicos y otros elementos que se pueden utilizar para producir o construir un nuevo producto vegetal a través de la biotecnología.
La gestión para esta fase del ciclo de vida de un producto incluye garantizar que los procesos de diseño y construcción generen el producto deseado y que se mantenga la integridad del producto vegetal.
Las siguientes consideraciones se deben evaluar e incluir, según corresponda, en programas de gestión relacionados con el descubrimiento de genes.

Gestión de la calidad
Implementar un sistema de gestión de la calidad para mantener la integridad del producto vegetal. La *Guía para el mantenimiento de la integridad*[44] de los productos vegetales proporciona orientación sobre tal sistema.
Diseño del producto
Evaluar los elementos genéticos para determinar los factores que pueden afectar la seguridad en el medio ambiente y en la salud humana, por ejemplo:

- potencial de alergenicidad o toxicidad de las proteínas expresadas;
- consecuencias técnicas y regulatorias de los marcadores de selección, si se utilizan.

Selección del producto
Considerar las consecuencias técnicas y regulatorias cuando se seleccionan líneas vegetales transformadas para su avance en el proceso.



2. Desarrollo del producto vegetal

La fase de *desarrollo del producto vegetal* incluye actividades que tienen lugar antes de que un producto vegetal obtenido por biotecnología se pueda comercializar. Estas actividades incluyen la transformación y regeneración de la planta, la selección del evento en instalaciones cerradas de confinamiento o pruebas de campo bajo confinamiento, y la evaluación del evento para estudios agronómicos y regulatorios.
La gestión para esta fase del ciclo del producto incluye garantizar que existan sistemas implementados para mantener la integridad del producto vegetal, el cumplimiento de las normas y el uso efectivo y perdurable del producto.
Se deben evaluar e incluir las siguientes consideraciones, según corresponda, en programas de gestión relacionados con el desarrollo del producto vegetal.
Gestión de la calidad

[44] http://www.excellencethroughstewardship.org/LinkClick.aspx?fileticket=P4qw2mlAeLc%3d&tabid=62

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

Implementar un sistema de gestión de la calidad para mantener la integridad del producto vegetal. La *Guía para el mantenimiento de la integridad de los productos vegetales* proporciona orientación sobre tal sistema e incluye pautas para verificar que:

- se segregue el material vegetal en el almacenamiento y que tenga lugar un proceso para la identificación y enumeración precisas del mismo;
- existan procedimientos implementados para evitar la mezcla accidental del material vegetal;
- existan sistemas implementados para responder a los requisitos regulatorios asociados con las pruebas de campo bajo confinamiento;
- existan sistemas para responder a las consideraciones pertinentes al uso previo y posterior de la tierra; y
- las instalaciones y los equipos estén limpios y los materiales vegetales se usen o se desechen adecuadamente.

Para el uso sostenible del producto, desarrollar estrategias adecuadas de gestión, por ejemplo:

- control de la resistencia a los insectos, incluidas estrategias de refugio correctamente definidas; y
- control de la tolerancia de las malezas, como estrategias de rotación o combinación de herbicidas.

Planificación del lanzamiento del producto

Desarrollar una estrategia de lanzamiento de productos que incluya un proceso para la evaluación comercial y de mercado, para ser utilizado en el desarrollo de estrategias regulatorias y de comercialización. Además, considerar la descontinuación de productos como una parte del proceso de planificación. La *Guía para la gestión de lanzamiento de productos*[45] *y la Guía para la descontinuación de productos*[46] brindan las guías pertinentes.

Planificación y cumplimiento de la regulación

- Desarrollar una estrategia regulatoria basada en la ciencia para realizar análisis y recolectar datos adecuados de seguridad en humanos, eficacia y seguridad ambiental para cumplir con los requisitos regulatorios apropiados para los planes de uso previstos para el producto.

- Garantizar el cumplimiento de las normas para el transporte global, los requisitos de importación/exportación y las pruebas de campo. *Las fuentes de referencia para este componente se pueden encontrar en Confined Field Trials of Regulated Genetically Engineered Corn, Cotton and Soybean in the United States (Pruebas de campo bajo confinamiento de maíz, algodón y soja modificados por ingeniería genética y regulados, en los Estados Unidos) de BIO (Organización de la industria biotecnológica) (2007); en Compliance Management of Confined Field Trials of Genetically Engineered Plants (Gestión de cumplimiento de pruebas de campo bajo confinamiento de plantas modificadas por ingeniería genética) de CropLife International (2005) y en Handbook for Understanding and Implementing the Containment Analysis and Critical Control Point Plan for the Production of Plant-Made Pharmaceuticals and Plant-Made Industrial Products (Manual para comprender e implementar el plan de análisis de contención y de puntos críticos de control para la producción de productos farmacéuticos obtenidos de plantas y productos industriales obtenidos de plantas) de BIO 2007.*

- Proporcionar una contención segura del material vegetal o las semillas durante el transporte y el almacenamiento intermedio.

[45] http://www.excellencethroughstewardship.org/LinkClick.aspx?fileticket=U8SEhLYSZYA%3d&tabid=62
[46] http://www.excellencethroughstewardship.org/LinkClick.aspx?fileticket=13x-wiedNrM%3d&tabid=62

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

3. Producción de plantas y semillas

La fase de *producción de plantas y semillas* incluye actividades diseñadas para garantizar que los productos vegetales se cultiven conforme a normas y requerimientos definidos.

Las siguientes consideraciones se deben evaluar e incluir, según corresponda, en programas de gestión relacionados con actividades de producción de plantas y semillas.

Gestión de la calidad

Implementar o adaptar un sistema de gestión de la calidad para mantener la integridad y la calidad del producto vegetal de acuerdo con normas internas para la producción y el procesamiento, y verificar que:

- se segregue el material vegetal en el almacenamiento y que tenga lugar un proceso para la identificación y enumeración precisas de todo el material vegetal plantado y cosechado;
- existan procedimientos implementados para evitar la mezcla accidental del material vegetal durante la siembra o la cosecha;
- existan sistemas implementados para tratar las consideraciones pertinentes al uso anterior y posterior de la tierra;
- existan sistemas implementados diseñados para mantener la integridad del producto vegetal en el campo; y
- los equipos estén limpios y que cualquier material vegetal cosechado sea usado o desechado adecuadamente.
-

Producción de contratos/Otorgamiento de licencias

1. Implementar un proceso para que los contratos y las licencias contengan los requerimientos adecuados de gestión. Esto incluye a los terceros, la producción en el campo, la producción de semillas y las licencias comerciales.
2. Implementar programas de verificación, capacitación y conciencia de la gestión para contratistas, titulares de licencias y productores.

Cumplimiento de la regulación

Garantizar el cumplimiento de las normas pertinentes, que incluyan el transporte, producción, tratamiento y almacenamiento de los materiales vegetales.

Lanzamiento de productos

Implementar la estrategia de gestión de lanzamiento de productos. La *Guía para la gestión de lanzamiento de productos* brinda las guías pertinentes.

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.



4. Comercialización y distribución de las semillas y las plantas

La fase de *comercialización y distribución de semillas y plantas* incluye actividades relacionadas con la distribución de productos a través de la cadena interna de suministro y las cadenas externas de distribución hacia los clientes. Antes de la venta comercial de cualquier producto vegetal o de semillas obtenidas por biotecnología, el responsable del desarrollo del producto, o el titular de las licencias, deben haber obtenido todas las autorizaciones regulatorias necesarias como requisito previo al lanzamiento en el mercado.

Las siguientes consideraciones se deben evaluar e incluir, según corresponda, en programas de gestión relacionados con la comercialización y la distribución comercial de plantas y semillas.

Lanzamiento de productos

Implementar la estrategia de gestión de lanzamiento de productos para el producto. La *Guía para la gestión de lanzamiento de productos* brinda la orientación pertinente.

Educación sobre la gestión

Educar a la cadena de valor y distribución para que tenga conciencia y comprenda las recomendaciones de uso, incluyendo las guías específicas para permitir a las partes interesadas que definan prácticas de gestión que respalden el uso adecuado del producto.

Gestión de la calidad

Implementar o adaptar sistemas para mantener y documentar la integridad del producto vegetal, el control de las existencias y el rastreo[47] del producto. La *Guía para el mantenimiento de la integridad de los productos vegetales* brinda la orientación pertinente.

Retiro o devolución del producto

Implementar un proceso para controlar los materiales en las cadenas de suministro internas, como así también para recuperar o controlar el material en las cadenas de distribución comercial. Estos procesos deben incluir la documentación adecuada.

Cumplimiento de la regulación

Garantizar el cumplimiento de las normas pertinentes (por ejemplo, condiciones de autorización, requisitos de supervisión, requisitos fitosanitarios y de importación/ exportación).

Plan de discontinuación del producto

[47] **"Rastreo"** es la capacidad de seguir el movimiento de una planta obtenida por biotecnología a través de las etapas específicas de desarrollo, producción y distribución de semillas o plantas a los productores.

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

Desarrollar un plan de discontinuación de productos que trate estrategias regulatorias de registro, impactos potenciales en acuerdos de licencias comerciales en todo el mundo y que integre las necesidades de las partes interesadas en la cadena de valor. La *Guía para la discontinuación de producto*[48] brinda la orientación pertinente.



5. Producción del cultivo

La fase de producción del cultivo incluye actividades asociadas con el cultivo para cosecha de una planta o semilla obtenida por biotecnología, autorizada y disponible comercialmente. Las siguientes consideraciones se deben evaluar e incluir, según corresponda, en los programas de gestión relacionados con la producción de cultivos y plantas.

Uso del producto

Implementar prácticas de manejo de productos para permitir el uso adecuado y la sustentación. Éstas incluyen una guía sobre el uso del producto y la tecnología, y sus condiciones de uso.

Educación y capacitación

Brindar la comunicación y la capacitación adecuadas con respecto a las prácticas de manejo de productos que aumentan la eficacia del producto a largo plazo, por ejemplo, control de la resistencia a insectos o mezclas/rotación de herbicidas.

Opinión del cliente

Establecer procesos para capturar y manejar adecuadamente las opiniones del cliente sobre los atributos o el uso de los productos.



6. Utilización del cultivo

La fase de *utilización del cultivo* incluye el uso de productos vegetales obtenidos por biotecnología para alimento, pienso, fibra u otros propósitos (por ejemplo, biocombustibles, aplicaciones industriales, etc.). Las siguientes consideraciones se deben evaluar e incluir, según corresponda, en programas de gestión relacionados con la utilización del cultivo.

Integridad del producto

- Evaluar las recomendaciones y los requisitos regulatorios y de las partes interesadas en relación con la identidad y la pureza del grano.

[48] Si bien esta *Guía* se refiere a productos como granos y semillas, la guía es válida para otros productos vegetales obtenidos por biotecnología. Sin embargo, esta *Guía* no tiene como propósito abordar variedades convencionales.

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

- Cuando corresponda, promover que las partes interesadas implementen sistemas, a fin de mantener y documentar la integridad del producto vegetal, el control de las existencias y el rastreo del producto.
- Evaluar la necesidad de disponer de pruebas de diagnóstico para confirmar la identidad del producto en el grano y abordar determinadas necesidades.

Opinión de las partes interesadas

Implementar procesos para capturar y manejar adecuadamente las opiniones de las partes interesadas sobre los atributos o el uso del producto.



7. Descontinuación del producto

La fase de *descontinuación del producto* incluye actividades relacionadas con productos que se autorizaron para el uso comercial, pero que han alcanzado el final de su vida útil. Esta actividad es independiente y diferente a la que se asocia con los retiros y las devoluciones del producto. La descontinuación de un producto es una decisión empresarial que tiene en cuenta muchos factores, entre los que se incluyen los requisitos regulatorios imperantes, las fuerzas del mercado y el reemplazo del producto. La industria considera la descontinuación como una parte normal de la vida útil del producto. Para obtener información adicional, se debe consultar la *Guía para la discontinuación de productos*[49].

Al implementar un programa de gestión relacionado con la descontinuación del producto, se deben evaluar e incluir las siguientes consideraciones, según corresponda.

Política de descontinuación del producto

Desarrollar una política que contemple los requisitos regulatorios, las fuerzas del mercado, el reemplazo del producto y la capacidad de cumplimiento de los titulares de licencias.

Proceso de descontinuación de productos

Implementar los procesos adecuados para la planificación, comunicación, ejecución y documentación de la discontinuación del producto.

Syngenta, representada por Syngenta Agro S.A. de C.V y Syngenta Seeds, Inc. – Field Crops – NAFTA, es miembro del programa ETS, por lo que el manejo de nuestros productos vegetales derivados de la biotecnología están en conformidad con ETS y las políticas internas de Syngenta.

En Syngenta reconocemos nuestra responsabilidad en gestión y cumplimiento como miembro de la industria desarrolladora de biotecnología vegetal. Con este fin, en 2008 implementamos un Programa de Gestión de Calidad (QMP) para LATAM que acompaña el desarrollo de nuevos productos biotecnológicos de la compañía. Nuestro programa establece prácticas y controles destinados a garantizar la integridad del producto vegetal en todos los procesos involucrados y así minimizar el

[49] http://www.excellencethroughstewardship.org/LinkClick.aspx?fileticket=13x-wiedNrM%3d&tabid=62

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

riesgo, que productos biotecnológicos no autorizados estén presentes en las semillas permitidas, alimentos autorizados, o los canales de alimentación.

En el grupo de Cumplimiento de Biotecnología Vegetal de Syngenta, unidad funcional del grupo de Asuntos Regulatorios de Biotecnología, apoyamos al negocio en relación a los requerimientos regulatorios para la conducción de ciertas actividades con plantas genéticamente modificadas. Estas actividades se dividen en dos categorías:

1. Cumplimiento previo al registro de comercialización, tal como importación, movimiento y ensayos de campo (confinados y a gran escala).

2. Cumplimiento posterior al registro de comercialización que consiste en cumplir las obligaciones o las condicionantes del registro de comercialización (siembras comerciales), específicamente de manejo de resistencia a insectos para los productos que se comercializan.

Las actividades previas al pre registro son las siguientes:

- Obtención del permiso de movilización y de ensayos en campo con productos biotecnológicos regulados
- Desarrollo y mantenimiento de los Procedimientos de Operación Estandarizados (SOPs).
- Desarrollo y operación de un programa de capacitación de personal involucrado directamente en los ensayos de campo
- Auditorias e Inspecciones a los ensayos de campo
- Resolución a las cuestiones de cumplimento
- Interacción con las agencias regulatorias
- Gestión del riesgo asociado con productos derivados de la biotecnología previo a la aprobación comercial.

Syngenta Agro S.A. de C.V al ser miembro del programa ETS, manejamos nuestros productos vegetales derivados de la biotecnología en conformidad con el programa ETS y las políticas internas de Syngenta, por lo que hemos desarrollado una serie de SOPs (Procedimientos de Operación Estandarizados) para el manejo seguro de los productos vegetales derivados de la biotecnología que se pretenden liberar en etapa experimental en México, como es el caso del maíz con la tecnología GA21.

MEDIDAS DE BIOSEGURIDAD

Las medidas de bioseguridad se resumen brevemente a continuación, más adelante se describen para cada etapa del cultivo y los procesos documentados se presentan en la carpeta de información confidencial en el Apéndice E: Procedimientos estandarizados para el manejo seguro del maíz MON-ØØØ21-9.

El maíz con la tecnología MON-ØØØ21-9 se cultivará respetando las buenas prácticas de realización de ensayos.

- El lugar de ensayo se localizará en áreas donde el maíz no se cultive para la producción de semilla y la distancia mínima al campo de maíz más cercano no será en ningún caso menor de entre 300 m de cualquier zona sembrada con maíz convencional, distancia que dependerá en gran medida de la geometría tanto del sitio, como la de los vecinos de los alrededores. El aislamiento temporal podrá ser usado en el caso de que no se cumpla con la distancia de aislamiento de 300 m.

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

- Los ensayos estarán rodeados por un bordo de al menos seis surcos de plantas de maíz convencional, u otro cultivo, que harán el efecto de barrera tampón del polen. Estas líneas de borde barrera serán tratadas como el resto del ensayo y finalmente serán devitalizado, y no se emplearán como alimento ni pienso.

- Durante el tiempo que dure el ensayo, el lugar de la liberación será visitado periódicamente por el Administrador del experimento, o por la persona así designada, y el oficial de cumplimiento y para hacer observaciones y para asegurar que se están tomando las medidas adecuadas para controlar posibles plagas y enfermedades, así como el cumplimiento de todos los términos del permiso que apliquen al campo y medidas de bioseguridad.

- El grano producido en los ensayos de campo será cosechado; al momento de la cosecha se colocarán plásticos a ras de suelo en cada surco para mantener aislado cualquier mazorca o grano que se pudiese caer.

- Algunas variables de rendimiento requieren que el grano se mueva de la parcela a la casa del agricultor o algún almacén, por lo que esto se hará apegado al SOP desarrollado para este caso.

- Al final del ensayo, cualquier material vegetal sobrante tras la cosecha que no vaya a ser utilizado para análisis será devitalizado de acuerdo a los métodos aprobados en los procedimientos estándares de la compañía, tan pronto como las condiciones agronómicas y medioambientales lo permitan.

- Toda semilla que no haya germinado y permanezca en el suelo tras la siembra o que pudiese permanecer en suelo a pesar de las medidas tomadas podría prosperar como rebrote. Bajo las condiciones del lugar de ensayo, este hecho es altamente improbable porque todo el grano producido será cosechado y utilizado para análisis o destruido. En el caso de la probable aparición de rebrotes (voluntarias) éstas serán monitoreadas y deberán ser destruidas lo más pronto posible (obligatoriamente dentro de 14 días y no permitir floración). No obstante, el ciclo siguiente se sembrará en el lugar de ensayo un cultivo distinto del maíz convencional con destino a la cadena agroalimentaria y se inspeccionará periódicamente para asegurar que cualquier rebrote de maíz será fácilmente identificado y posteriormente destruido. El uso de herbicidas convencionales o de medios mecánicos destruirá cualquier rebrote detectado antes de la floración.

    - Todas las plantas utilizadas en las liberaciones serán destruidas e incorporadas al suelo al final del ensayo.

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

1. Medidas y procedimientos para prevenir la liberación y dispersión del OGM fuera de la zona o zonas donde se pretende realizar la liberación

Medidas de manejo de la semilla desde su empacado en punto de origen hasta llegada a sitio experimental incluyendo el transporte

- Toda la semilla regulada y/o material vegetal viable deberá almacenarse en envases/empaques seguros para su transporte.
- Deberá completarse un Registro de Transporte (ROT) o equivalente y acompañará cualquier envío de material vegetal regulado.
- Semilla regulada y/o material vegetal viable deberá mantenerse separado (p. ej., empaque principal separado) de otras semilla y/o material vegetal durante el transporte.
- Semilla regulada y/o material vegetal viable deberá estar claramente etiquetado como material regulado.
- Empaques primarios, secundarios y terciarios usados para transportar semilla regulada y/o material vegetal viable deberán estar libres de granos previo al llenado y después de que se ha removido el material vegetal regulado.
- Cualquier residuo de material vegetal no identificado recuperado dentro del proceso de limpieza de granos (p. ej., mezcla de dos o más eventos durante el proceso de transporte) se designarán como no viable por una o más de las siguientes opciones: calor seco, vapor, trituración u otro método aprobado en el país correspondiente, comunicándolo primero al administrador del ensayo.
-

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

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

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

Medidas de manejo del cultivo en pie

Establecer medidas efectivas para lograr el aislamiento espacial y reproductivo.

- **Aislamiento espacial:** Los ensayos deben aislarse reproductivamente de otras plantas de la misma especie o de parientes sexualmente compatibles separándolos con una distancia mínima de 300 m.

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

- **Aislamiento temporal (se usara esta opción, si no se cumple con la condición de aislamiento espacial):** Bajo ciertas condiciones ambientales, el aislamiento reproductivo de los lugares en los que se realizan los ensayos puede lograrse mediante el aislamiento temporal. Ello requiere escalonar la siembra del ensayo para que la liberación del polen se haya completado totalmente antes o después de la liberación del polen correspondiente de cualquier planta de la misma especie que pueda haberse cultivado dentro de la zona de aislamiento reproductivo. El aislamiento temporal se debe utilizar cautelosamente y no se recomienda en muchos ambientes por la variabilidad inherente a las condiciones de crecimiento que no hacen posible la predicción exacta del momento de la antesis.

- **Bordo:** El ancho del bordo es específico según la especie. Comúnmente, la variedad convencional utilizada para sembrar en el bordo debe: 1) madurar al mismo tiempo que el evento transgénico; 2) ser sembrada a una densidad comparable a la del ensayo; y 3) ser manejada utilizando prácticas agronómicas comunes. El administrador del ensayo a campo deben monitorear estrechamente la emergencia de las hileras de los bordos y resembrarlos rápidamente si no resultó adecuado. Para que los bordos sean efectivos, se debe contar con un sistema de monitoreo frecuente que confirme que la antesis del material experimental y de las plantas del bordo son concurrentes.

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

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

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

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

- Cuando aplique, en los sitios de los ensayos que son terminados antes de la producción de semilla deberán ser destruidos y subsecuentemente incorporado al suelo o tratado con herbicidas/químicos debidamente etiquetados para hacer al material vegetal no viable. Las restricciones post-cosecha deberán aplicarse inmediatamente a los sitios de los ensayos que son terminados de forma temprana debido a que aún puede encontrarse semilla del material regulado de la siembra
- La destrucción del cultivo debe ocurrir en el momento oportuno.

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

El sitio en el que se pretende llevar a cabo la liberación en fase experimental, se encuentra en propiedad privada y se colocara cerco eléctrico para evitar la dispersión por terceros.

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

Como se menciono en el apartado **b) Medidas y procedimientos de bioseguridad;** en el caso de la probable aparición de rebrotes (voluntarias) éstas serán monitoreadas y deberán ser destruidas lo más pronto posible (obligatoriamente dentro de 14 días y no permitir floración). No obstante, el ciclo siguiente se sembrará en el lugar de ensayo un cultivo distinto del maíz convencional con destino a la cadena agroalimentaria y se inspeccionará periódicamente para asegurar que cualquier rebrote de maíz será fácilmente identificado y posteriormente destruido. El uso de herbicidas convencionales o de medios mecánicos destruirá cualquier rebrote detectado antes de la floración.

4. Medidas para el aislamiento de la zona donde se pretenda liberar experimentalmente el OGM

De acuerdo a los datos presentados para cumplir con lo solicitado por el artículo 16 III h) "*Existencia potencial de flujo génico del OGM a especies relacionadas"* en esta solicitud, se propone que el sitio experimental esté a una distancia de por lo menos 300 m de cualquier zona sembrada con maíz convencional, distancia que dependerá en gran medida de la geometría tanto de los propios sitios, como la de los vecinos de los alrededores.

Los surcos experimentales serán rodeados por 6[50]surcos borderos de plantas de maíz convencional, u otro cultivo, a fin de atrapar el polen que pudiese llegar a salir del experimento. Alrededor de los surcos borderos se dejará una zona arada sin sembrar o con pasto de entre 5 a 10 m que se determinará dependiendo del sitio y su geometría.

La siembra del sitio experimental se llevará a cabo con un desfasamiento de la fecha de siembra de 21 días, con el fin de evitar o minimizar lo más posible la compatibilidad fenológica con cualquier campo

[50] Se proponen 4 surcos debido al tamaño de la parcela experimental y la distancia propuesta ade asilamiento, de acuerdo a las distancias de aislamiento para producción de semilla certificada publicadas en las "Normas específicas para la certificación de semilla de maíz de polinización libre"del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

de maíz que pudiese encontrar en los alrededores o en el caso de que no se cumpla con la distancia de aislamiento de 300 m[51].

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

Es importante destacar que la inocuidad para el uso y consumo humano, animal y para procesamiento del cultivo de maíz con la tecnología MON-ØØØ21-9 ha sido demostrada ante la autoridad competente en México (COFEPRIS) y se obtuvo el documento que avala su Evaluación de Inocuidad el 24 de Mayo de 2002[52]. También está aprobado en el país de origen, por lo que no se espera ningún riesgo a la salud humana en el caso de que se presentase la liberación no deseada del maíz con la tecnología MON-ØØØ21-9.

[51] Se proponen 300 m de acuerdo a las distancias de aislamiento para producción de semilla certificada publicadas en las "Normas específicas para la certificación de semilla de maíz de polinización libre"del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas.

[52] http://www.cofepris.gob.mx/wb/cfp/organismos_geneticamente_modificados

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

6. Métodos de limpieza o disposición final de los residuos de la liberación.

1. Todo el equipo de cosecha/terminación (si se utiliza) debe limpiarse e inspeccionarse visualmente para que esté libre de material vegetal antes de que entre al sitio del ensayo, incluyendo semilla y material vegetativo que pueda estar presente de operaciones anteriores.
2. Los sitios de los ensayos que son terminados antes de la producción de semilla deberán ser destruidos y subsecuentemente subsolados o tratado con herbicidas/químicos debidamente etiquetados para hacer al material vegetal no viable. Las restricciones post-cosecha deberán aplicarse inmediatamente a los sitios de los ensayos que son terminados de forma temprana debido a que aún puede encontrarse semilla del material regulado de la siembra
3. Todo el equipo usado en la cosecha de un ensayo (o para la terminación previo a la cosecha) deberá ser limpiado en el sitio para eliminar el transporte no intencional de material vegetal del el sitio. Métodos aceptables de limpieza incluyen limpieza manual, aire comprimido, limpieza con aspiradora de la semilla remanente e hidrolavadora.
4. Cualquier material vegetal residual no identificado recuperado durante el proceso de limpieza del equipo de campo se determinará como no viable por los siguientes métodos: calor seco, autoclave, trituración, incineración o tratamiento con herbicidas y/o químicos debidamente etiquetados y desechados en el sitio del ensayo.
5. La destrucción del cultivo debe ocurrir en el momento oportuno.

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

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

El maíz con la tecnología MON-ØØØ21-9 ha sido aprobado en los siguientes países y para las siguientes actividades[53] presentando un historial de uso seguro:

Tabla 15 Historial de aprobaciones a nivel mundial de maíz con la tecnología MON-ØØØ21-9.

Adaptada de: http://www.agbios.com/dbase.php?action=Submit&evidcode=GA21

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

[53] visitar: http://www.agbios.com/dbase.php?action=ShowProd&data=SYN-BT-Ø11-1+(X4334CBR%2C+X4734CBR)

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

a) Descripción de la zona en donde se realizó la liberación;

Previo a obtener el estatus de de-regulado ante la APHIS, el maíz con la tecnología MON-ØØØ21-9 fue liberado en las zonas agrícolas de los siguientes estados de la Unión Americana:[54]

Tabla 16 Estados de la Unión Americana en los que se libero maíz con la tecnología MON-ØØØ21-9, previo a la de-regulación.

Tabla 15.

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

[54] Visitar: http://www.isb.vt.edu/cfdocs/fieldte_sts2.cfm

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

b) Efectos de la liberación sobre la flora y la fauna;

Como se describió en el documento preparado por Northrup King en 1995, en la sección V, titulada: *"Description of the phenotype of the Regulated Article"*, en la que se concluye sobre las liberaciones llevadas a cabo en los estados arriba mencionados, no se encontraron diferencias significativas sobre los siguientes parámetros:

- Adquisición de características de maleza o de incrementarla en especies con las que puede entrecruzar
- No hubo impactos negativos en los cambios de prácticas agrícolas o de cultivo
- No se encontraron efectos en organismos no blanco
- No se encontraron cambios o efectos en organismos benéficos
- No se encontraron efectos en organismos de suelo
- No se encontraron efectos en aves.
- No se encontraron efectos en invertebrados acuáticos
- No se encontraron efectos en mamíferos

Adicionalmente la APHIS concluyó que "…el maíz con la tecnología MON-ØØØ21-9 *no tendrá impactos significativos adversos en organismos benéficos a las plantas o a la agricultura, ni organismos no blanco y no afectará a especies amenazadas o especies en peligro de extinción*" "… APHIS concluyó que el cultivo de la línea de maíz con la tecnología GA21 y cualquier progenie derivada del cruce híbrido con variedades de maíz no transformadas será tan seguro como las líneas de maíz cultivadas de manera tradicional que no están reguladas por la CRF7 parte 340" . Para más detalles favor de revisar la siguiente sección.

c) Estudio de los posibles riesgos de la liberación de los OGMs presentado en el país de origen, cuando haya sido requerido por la autoridad de otro país y se tenga acceso a él. La descripción de las medidas y procedimientos de monitoreo de bioseguridad establecidos deberá incluirse en el estudio.

La solicitud de desregulación[55] ante la USDA-APHIS se presentó el 19 de Abril de 1997 (Ver archivo anexo: 01-290-061.pdf)[56], en el que se presentó el estudio de los posibles riesgos por la liberación del

[55] De-regulación: Cualquier persona puede solicitar a la APHIS que ésta determine si un organismo GM regulado ya no debe ser regulado por la autoridad. La petición contiene información científica que evalúa la APHIS y ésta permite que el público aporte cometarios antes de tomar una decisión. La APHIS concede el estado de no-regulado si organismo GM no plantea riesgos de volverse plaga a los cultivos, comparado con una planta equivalente al organismo no GM. El estatus de no regulado significa que los permisos y las notificaciones ya no son necesarios para la introducción de este organismo al ambiente y que se puede comercializar para su siembra, uso y consumo. Ver: http://www.aphis.usda.gov/biotechnology/submissions.shtml

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

maíz con la tecnología MON-ØØØ21-9 **en Estados Unidos de Norteamérica**, al que la APHIS contestó oficialmente (Ver archivo anexo: 95_19501p_com.pdf) concluyendo que:

"La APHIS ha evaluado la información de la literatura científica, así como los datos sometidos por Monsanto Co y Dekalb Genetics. Que caracterizan al maíz con la tecnología MON-ØØØ21-9*. Después de un análisis cuidadoso la APHIS ha identificado que no hay impactos significativos al medio ambiente por la expedición de una determinación de que el maíz con la tecnología* MON-ØØØ21-9 *no debiera ser más un artículo regulado bajo la regulación de la APHIS en el CFR 7 parte 340. Este hallazgo está basado en las siguientes conclusiones:*

1. *El maíz GA21 no presenta propiedades patogénicas. Aunque el ADN de organismos patogénicos fueron empleados en su desarrollo, las plantas de maíz no fueron infectadas por esos organismos ni estas plantas pueden incitar enfermedades en otras plantas.*

2. *El maíz GA21 no tiene más probabilidades de convertirse en hierba que el maíz desarrollado con técnicas tradicionales de cultivo. El maíz no es una maleza común, seria o principal en los Estados Unidos y no hay razones para pensar que la resistencia a insectos pudiera permitirle al maíz volverse una plaga de maleza.*

3. *El maíz GA21 no es probable que aumente las posibilidades de que otras especies cultivadas o silvestres con las que pueda cruzarse se conviertan en hierba.*

4. *El maíz GA21 es sustancialmente equivalente en composición, calidad y otras características al maíz no transgénico y no debería tener impactos adversos en materias primas o mercancías agrícolas procesadas.*

5. *El maíz GA21 no tendrá impactos significativos adversos en organismos benéficos a las plantas o a la agricultura, ni organismos no blanco y no afectará a especies amenazadas o especies en peligro de extinción."*

Por lo tanto, después de revisar las evidencias disponibles, la APHIS concluye que el maíz con la tecnología GA21 será tan seguro de cultivar como el maíz no transgénico, que no es sujeto de regulación bajo el código 7 del CFR Parte 340, y que no debería haber ningún impacto significativo sobre el medio ambiente humano, si el maíz con la tecnología GA21 no se considera más un artículo reglamentado en virtud de su regulación (7 CFR Parte 340)."

En los documentos anexos referidos anteriormente se detallan con más precisión las medidas recomendadas por las autoridades.

Abajo se enlistan varios estudios de riesgo llevados a cabo por las autoridades competentes de diversos países sobre el uso y adopción de la línea de maíz GA21 con tolerancia a herbicida glifosato (Ver anexo 4).

[56] Este documento es de libre acceso en su idioma original a través de la siguiente páginas de internet: http://www.agbios.com/docroot/decdocs/01-290-061.pdf . En la siguiente página se pueden encontrar también las decisiones de los gobiernos en las que se ha solicitado su siembra o liberación al medio ambiente: http://bch.cbd.int/database/record-v4.shtml?documentid=14794

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

Australia New Zealand Food Authority	http://cera-gmc.org/docs/decdocs/01-290-058.pdf
Australia New Zealand Food Authority	http://cera-gmc.org/docs/decdocs/01-290-058.pdf
Canadian Food Inspection Agency, Plant Biotechnology Office	http://cera-gmc.org/docs/decdocs/01-290-060.pdf
Comissão Técnica Nacional de Biossegurança - CTNBio (Brazil)	http://cera-gmc.org/docs/decdocs/09-060-004.pdf
European Commission. Placing on the market of foods and food ingredients produced from genetically modified Roundup Ready maize line GA21	http://cera-gmc.org/docs/decdocs/06-286-011.pdf
European Commission. Placing on the market of products containing, consisting of, or produced from genetically modified maize GA21 (MON-ØØØ21-9)	http://cera-gmc.org/docs/decdocs/08-094-001.pdf
European Commission. Opinion of the Scientific Committee on Food on the safety	http://cera-gmc.org/docs/decdocs/06-031-001.pdf
European Commission. Committee on Plants	http://cera-gmc.org/docs/decdocs/2001093-a.pdf
European Commission: Community Register of GM Food and Feed.	http://cera-gmc.org/docs/decdocs/06-286-012.pdf
Japanese Biosafety Clearing House, Ministry of Environment	http://cera-gmc.org/docs/decdocs/06-291-009.pdf
Office of Food Biotechnology, Health Canada	http://cera-gmc.org/docs/decdocs/ofb-099-133-a.pdf
Philippines Department of Agriculture, Bureau of Plant Industry	http://cera-gmc.org/docs/decdocs/09-131-004.pdf
Secretaria de Agricultura, Ganaderia, Pesca y Alimentos: Republica Argentina	http://cera-gmc.org/docs/decdocs/05-291-003.pdf
U.S. Department of Agriculture, Animal and Plant Health Inspection Service	http://cera-gmc.org/docs/decdocs/04-225-008.pdf
US Food and Drug Administration	http://cera-gmc.org/docs/decdocs/bnfM051.pdf
USDA-APHIS Environmental Assessment	http://cera-gmc.org/docs/decdocs/01-290-061.pdf

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

Evaluaciones de riesgo llevadas a cabo por otras autoridades:

1. California EPA. (1997). Public health goal for glyphosate in drinking water. Pesticide and Environmental Toxicology Section, Office of Environmental Health Hazard Assessment, California Environmental Protection Agency. Url: http://www.oehha.ca.gov/water/phg/pdf/glypho_c.pdf

2. Carlisle, S.M. & Trevors, J.T. (1988). Glyphosate in the Environment. Water, Soil and Air Pollution 39, 409-420. Pesticides in water: Report of The Working Party on the Incidence of Pesticides in Water, Department of the Environment, HMSO, May 1996.

3. European Commission (2002). Report for the Active Substance Glyphosate, Directive 6511/VI/99, Jan. 21. Url: http://europa.eu.int/comm/food/fs/ph_ps/pro/eva/existing/list1_en.htm.

4. EXTOXNET (2001) Glyphosate profile. Url: http://ace.ace.orst.edu/info/extoxnet/pips/ghindex.html.

5. Franz, J.E., Mao, M.K. & Sikorski, J.A. (1997). Glyphosate: A Unique Global Herbicide. ACS Monograph No. 189. American Chemical Society. Washington, DC.

6. Giesy, J.P., Dobson, S. & Solomon, K.R. (2000). Ecotoxicological risk assessment for Roundup herbicide. Reviews of Environmental Contamination and Toxicology 167: 35-120.

7. Kishore, G. & Shah, D. (1988). Amino acid biosynthesis inhibitors as herbicides. Annu. Rev. Biochem. 57:627-663.

8. Levin, J.G. & Sprinson, D.B. (1964). The enzymatic formation and isolation of 5-enolpyruvylshikimate-3-phosphate. J. Biol. Chem. 239:1142-1150.

9. Moshier, L.J., Penner, D. (1978). Factors influencing microbial degradation of 14C-glyphosate to 14CO2 in soil. Weed Science 26(6): 686-91.

10. Nida, D.L., Kolacz, K.H., Buehler, R.E., Deaton, W.R., Schuler, W.R., Armstrong, T.A., Taylor, M.L., Ebert, C.C. and Rogan, G.J. (1996). Glyphosate-tolerant cotton: Genetic characterization and protein expression. J. Agric. Food Chem. 44(7):1960-1966.

11. Padgette, S.R., Kolacz, K.H., Delannay, X., Re, D.B., La Vallee, B.J., Tinius, C.N., Rhodes, W.K., Otero, Y.I., Barry, G.F., Eichholtz, D.A., Peschke, V.M., Nida, D.L., Taylor, N.B. and Kishore, G.M. (1995). Development, identification, and characterization of a glyphosate-tolerant soybean line. Crop Science 35(5): 1451-1461.

12. Speth, T.F. (1994). Glyphosate removal from drinking water. J. Envir. Engr. 119: 1139-1157.

13. U.S. EPA (1993) Re-registration Eligibility Decision (RED): Glyphosate. U.S. Environmental Protection Agency. Office of Prevention, Pesticides and Toxic Substances. Washington, D.C.

14. U.S. EPA (2000). Drinking water standards and health advisories. EPA 822-B-00-001. Office of Water, U.S. Environmental Protection Agency. URL: http://www.epa.gov/waterscience/drinking/standards/dwstandards.pdf

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

15. WHO (1994). Glyphosate. Environmental Health Criteria No. 159. World Health Organization, International Programme of Chemical Safety (IPCS), Geneva.

16. WHO (1997). Rolling Revisions of WHO Gudielines for Drinking Water Quality Report of Working Group Meeting on Chemical Substances for the Updating of WHO Guidelines for Drinking Water Quality. World Health Organization, Geneva.

17. Williams, G.M., Kroes, R. & Munro, I.C. (2000). Safety evaluation and risk assessment of the herbicide Roundup and its active ingredient, glyphosate, for humans. Regulatory Toxicology and Pharmacology 31: 117-165.

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

d) En caso de que el promovente lo considere adecuado, otros estudios o consideraciones en los que se analicen tanto la contribución del OGM a la solución de problemas ambientales, sociales, productivos o de otra índole, así como las consideraciones socioeconómicas que existan respecto de la liberación de OGMs al ambiente.

Diversos estudios en impactos económicos de los cultivos GM resistentes a insectos han revelado beneficio para los agricultores, muchos de ellos cuando los rendimientos se ven comprometidos debido a la alta incidencia de plagas o malezas, o cuando las plagas presentes han desarrollado resistencia a algunos plaguicidas. Los beneficios relacionados a la adopción de los cultivos tolerantes a herbicidas pueden comprender tanto altos rendimientos como una significante reducción en la aplicación de herbicidas para el control de las malezas.

Asimismo, recientemente un grupo de científicos de la República Checa publicó un documento expresando su opinión respecto de la experiencia de la Unión Europea en el uso/cultivo de organismos genéticamente modificados dentro de la Comunidad, a lo que a continuación nos permitimos exponer lo referente al resumen de dicho documento:

La regulación para la biotecnología agrícola tiene dos consecuencias socioeconómicas, inmediatas y a largo plazo, y que afectan a la sostenibilidad de los agroecosistemas. Las autoridades son responsables de la formulación de las normas mientras que los científicos deben proporcionar los datos necesarios para tomar decisiones prudentes.

Todas las actividades humanas tienen un cierto riesgo; el riesgo cero no existe, pero el riesgo relativo se puede estimar cuando se observan las dos siguientes condiciones:

1) El riesgo es la probabilidad de que ocurra un daño o peligro; el término probabilidad por definición expresa la incertidumbre, por ejemplo, refleja el hecho de que cierta información no está disponible. La adhesión al "principio de precaución" refleja la falta de voluntad para considerar, o incompetencia para llevar a cabo una evaluación de riesgo justa.

2) La evaluación de riesgos debe ir acompañada de la evaluación de los beneficios realizados en las mismas condiciones y con una metodología idéntica. La relación beneficio / riesgo es esencial para la identificación de riesgos aceptables como de información crucial para la toma de decisiones.

Los riesgos y beneficios de los cultivos GM sólo pueden ser evaluados por comparación con las variedades convencionales no transgénicas, ambos cultivados usando procedimientos estándar, incluidas las aplicaciones de insecticidas, herbicidas, etc. La ausencia de un comparador adecuado hace que los datos obtenidos a partir de cultivos GMs no tengan sentido.

Inevitablemente, la agricultura ha convertido a los ecosistemas naturales y diversificados en agroecosistemas basados sólo en monocultivo que a veces son explotados hasta el punto de causar daños irreversibles. La evaluación del impacto ambiental de las nuevas tecnologías es dictada por la necesidad de mitigar este daño en aras de la sostenibilidad agrícola. Los cultivos GM deberían ser examinados como cualquier otra tecnología en cuanto a posibles efectos en las comunidades de organismos en los ecosistemas, en particular sobre las especies que son esenciales para "servicios ecológicos" (control de plagas, ventilación de suelos, formación de humus, etc.) o servir como indicadores de la conservación de la biodiversidad.

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

Nuevos cultivares traen al ecosistema una nueva configuración genética; la posible transferencia de genes entre plantas sexualmente compatibles debe ser examinada en todos ellos.

Se debe tener cuidado en discriminar entre el impacto de las variedades vegetales y el de la agricultura per se, es decir, incluyendo los métodos de manejo del campo, las aplicaciones de productos químicos, la selección de cultivo, la rotación, etc.

El impacto de las nuevas tecnologías puede ser positivo o negativo; no hay razón para clasificar a priori algunas tecnologías como negativas y peligrosas. Numerosos estudios científicos se han llevado a cabo con cultivos GM y no se han encontrado efectos adversos superiores a los encontrados en la agricultura estándar. Los cultivos GM se han recomendado para los agricultores orgánicos.

Los datos científicos son ignorados en la implantación de la regulación para los cultivos GM. La actitud de las autoridades regulatorias hacia los cultivos GM depende de sus opiniones personales e ideológicas y se ve afectada por acuerdos políticos, disposiciones como los impuestos y subsidios, resultados económicos y los insumos de la agricultura nacional, el nivel de desempleo, la evaluación del comercio internacional con productos agrícolas, estado de ánimo del electorado, etc.

No existen datos científicos que muestren una posición excepcional de las plantas GM con respecto a las técnicas de mejoramiento “clásico". Las medidas regulatorias para los cultivos GM fueron justificables posiblemente hace una década dada la novedad de la técnica de obtención, sin embargo ahora han quedado obsoletas.

La regulación Europea para los OGMs es comparable con la de los productos químicos tóxicos, explosivos y narcóticos, lo que implica para el público en general y para muchos políticos que los OGMs presentan un nivel similar de peligro. El público debe ser correctamente informado sobre la naturaleza de los diferentes métodos de reproducción, así como sobre los principios de la ciencia ecológica.

Solamente los ciudadanos bien educados son capaces de contribuir en las discusiones relativas a las medidas de seguridad e implantación de cultivos GM. Las prohibiciones científicamente injustificadas en la implantación de los cultivos GM, disminuye la producción agrícola, priva a los agricultores del derecho a elegir lo que quieren cultivar, reduce la competitividad de la Unión Europea en términos de comercio global, y adoctrina a los ciudadanos de la UE a que las nuevas tecnologías se deben evitar. Este es un legado muy peligroso para las generaciones futuras.

Los factores socioeconómicos que afectan el uso de los cultivos GM incluyen la presión de distintos grupos de interés. Todos estos temas son muy volátiles y difíciles de controlar. Las decisiones con base en estos factores deben ser claramente declaradas como políticas, y no deben pretender tener una base científica.

El uso de los cultivos GM se ha propagado rápidamente fuera de Europa. La cooperación con los países en desarrollo en la investigación agrícola debe ser ampliada y con un enfoque en la evaluación de riesgos de las tecnologías de nueva implantación.

Esta declaración resume las sugerencias de los científicos Checos que tienen experiencia práctica con modificaciones genéticas (MG) aplicables, o ya explotadas, en la agricultura.

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

En el Anexo 6 del Apéndice B se encuentra el documento completo para cualquier duda o aclaración, así como otro artículo (Anexo 7) recientemente publicado en la revista Nature sobre los impactos positivos de los OGMs que se comercializan a la fecha).

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

Listado de estudios publicados en referencia al maíz con la tecnología MON-ØØØ21-9

Se presenta una lista no exhaustiva de estudios conocidos por Syngenta, en los que se evaluó la seguridad ambiental o la eficiencia de la modificación genética para el manejo de malezas .Esta lista puede considerarse una selección de las publicaciones disponibles referidas al evento MON-ØØØ21-9.

1. Padgette, S.R., Re, D.B., Barry, G.F., Eichholtz, D.E., Delannay, X., Fuchs, R.L., Kishore, G.M. and Fraley, R.T. (1996). New weed control opportunities: Development of soybeans with a Roundup Ready gene. In: Duke, S.O. (ed.), Herbicide-resistant crops: Agricultural, environmental, economic, regulatory, and technical aspects. CRC Press Inc., Boca Raton, Florida, and London, England, pp. 53-84.

2. Steinrucken, H.C. & Amrhein, N. (1980). The herbicide glyphosate is a potent inhibitor of 5-enolpyruvyl-shikimate-3-phosphate synthase. Biochem. Biophys. Res. Comm. 94:1207-1212.

3. Sullivan DS, Sullivan TP (2000). Non-target impacts of the herbicide glyphosate: A compendium of references and abstracts. 5th Edition. Applied Mammal Research Institute, Summerland, British Columbia, Canada.

4. U.S. EPA (1992). Pesticide tolerance proposed rule. Federal Register 57: 8739-8740.

5. Williams, G.M., Kroes, R. & Munro, I.C. (2000). Safety evaluation and risk assessment of the herbicide Roundup and its active ingredient, glyphosate, for humans. Regulatory Toxicology and Pharmacology 31: 117-165.

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

e) En caso de importación copia legalizada o apostillada de las autorizaciones o documentación oficial que acredite que el OGM está permitido conforme a la legislación del país de origen, al menos para su liberación experimental, traducida al español.

Con el fin de dar cumplimiento al presente requerimiento, se presenta la documentación oficial que acredita que el maíz con la tecnología MON-ØØØ21-9 está permitido en el país de origen (Estados Unidos de Norteamérica) para su liberación al ambiente:

a) Documento de decisión de la APHIS de conceder la des-regulación al maíz con la tecnología MON-ØØØ21-9, objeto de esta solicitud, para su venta comercial como semilla para siembra sin tener que presentar requisitos adicionales. Emitido el 18 de noviembre de 1997.[57]

b) Se presenta la documentación que acredita que el grano proveniente de variedades de maíz con la tecnología MON-ØØØ21-9 , está permitida para su utilización como grano (consumo humano), forraje y ensilado (y animal) en Estados Unidos por parte de la Agencia de Alimentos y Medicamentos (Food and Drug Administration, FDA por sus siglas en inglés). Emitido el 10 de febrero de 1998.[58]

c) Asimismo, se adjunta un Informe Oficial que describe con precisión los derechos de compra de Syngenta en y para la tecnología del Evento GA21 y de su Equivalencia en el Evento GA21 descrito en la Consulta y en la Desregulación.

Todos los documentos legales de soporte a esta sección se encuentran en **el anexo 4 en el Apéndice B de este documento**

[57] Para la versión en línea en la página web, favor de visitar: http://cera-gmc.org/docs/decdocs/01-290-061.pdf

[58] Para la versión en línea en la página web, favor de visitar: http://cera-gmc.org/docs/decdocs/bnfM051.pdf

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

VI. Consideraciones sobre los riesgos de las alternativas tecnológicas con que se cuente para contender con el problema para el cual se construyó el OGM, en caso de que tales alternativas existan;

El maíz con la tecnología GA21 tiene la característica de tolerar la aplicación del herbicida glifosato, herbicida sistémico no selectivo para aplicación en post-emergencia a la maleza en los cultivos como jitomate, maíz, sorgo, agave, vid, chile, berenjena, calabacita, melón, pepino, sandía, chayote, entre otros, siendo entonces no exclusivo para el cultivo de maíz. Se debe evitar que este herbicida entre en contacto directo con los cultivos porque los puede dañar, ya que el glifosato se absorbe por las hojas y se trasloca hasta las raíces y otras partes de la planta. El glifosato no tiene actividad en el suelo por lo que no daña la emergencia de los cultivos cuando la aplicación se realiza antes de que ésta ocurra.

Se piensa que el uso de maíz con tecnologías que le confieran características de tolerancia a glifosato harán que: 1) el maíz persista y se convierta en maleza, o 2) el uso de glifosato en campos dónde se encuentren maíces con tecnologías de tolerancia a glifosato provocará resistencia en las malezas presentes.

Tales aseveraciones tienen diferentes formas de abordarse, a lo que para la primera opinión se puede responder que las plantas voluntarias de maíz tolerante a glifosato pueden ser erradicadas usando herbicidas de diferente modo de acción, lo que comúnmente se hace en las prácticas agrícolas de hoy en día. Por otro lado, para la segunda opinión, independientemente de la utilización de maíz con tecnología de tolerancia a la aplicación de glifosato, el repetido uso de glifosato o herbicidas con el mismo modo de acción en los diferentes cultivos dónde esté se utiliza, puede provocar desarrollo de poblaciones resistentes al herbicida, por lo que es común recomendar utilizar otros herbicidas de diferente modo de acción.

Las malas hierbas son plantas que crecen donde no son deseadas e interfieren con los intereses del hombre (Ashton y Monaco, 1991; Anderson, 1996). Al conjunto de malas hierbas en un área se le denomina maleza e incluye tanto a las especies silvestres como a los cultivos voluntarios indeseables (Chandler y Cooke, 1992). La maleza compite con los cultivos por luz, agua y nutrimentos y si no son controladas oportuna y eficientemente, reducen significativamente su rendimiento y la calidad del grano cosechado (Bridges, 1995). El manejo de la maleza es una de las prácticas más antiguas en la agricultura. Sin embargo, debido a que el efecto nocivo de la maleza no es evidente al inicio del desarrollo de los cultivos, en muchas ocasiones no se le otorga la importancia debida y su control se lleva a cabo cuando el cultivo ya ha sido afectado (Rosales *et al*., 2002). El manejo integrado de maleza implica no sólo depender de las medidas de control de la maleza existente, sino prevenir la producción de nuevos propágulos, reducir la emergencia de maleza en los cultivos y maximizar la competencia del cultivo hacia la maleza. El manejo integrado de maleza hace énfasis en la conjunción de medidas para anticipar y manipular las poblaciones de maleza, en lugar de reaccionar con medidas emergentes de control cuando se presentan altas infestaciones (Dieleman y Mortensen, 1997). El objetivo del manejo integrado de maleza es maximizar el rendimiento de los cultivos, optimizar las ganancias del productor y aumentar la eficiencia en la producción del cultivo, al integrar técnicas preventivas, conocimientos científicos y prácticas de manejo.

El maíz es atacado por muchos insectos. En la figura 44 se representan las plagas de importancia económica con relación a las etapas fenológicas del cultivo.

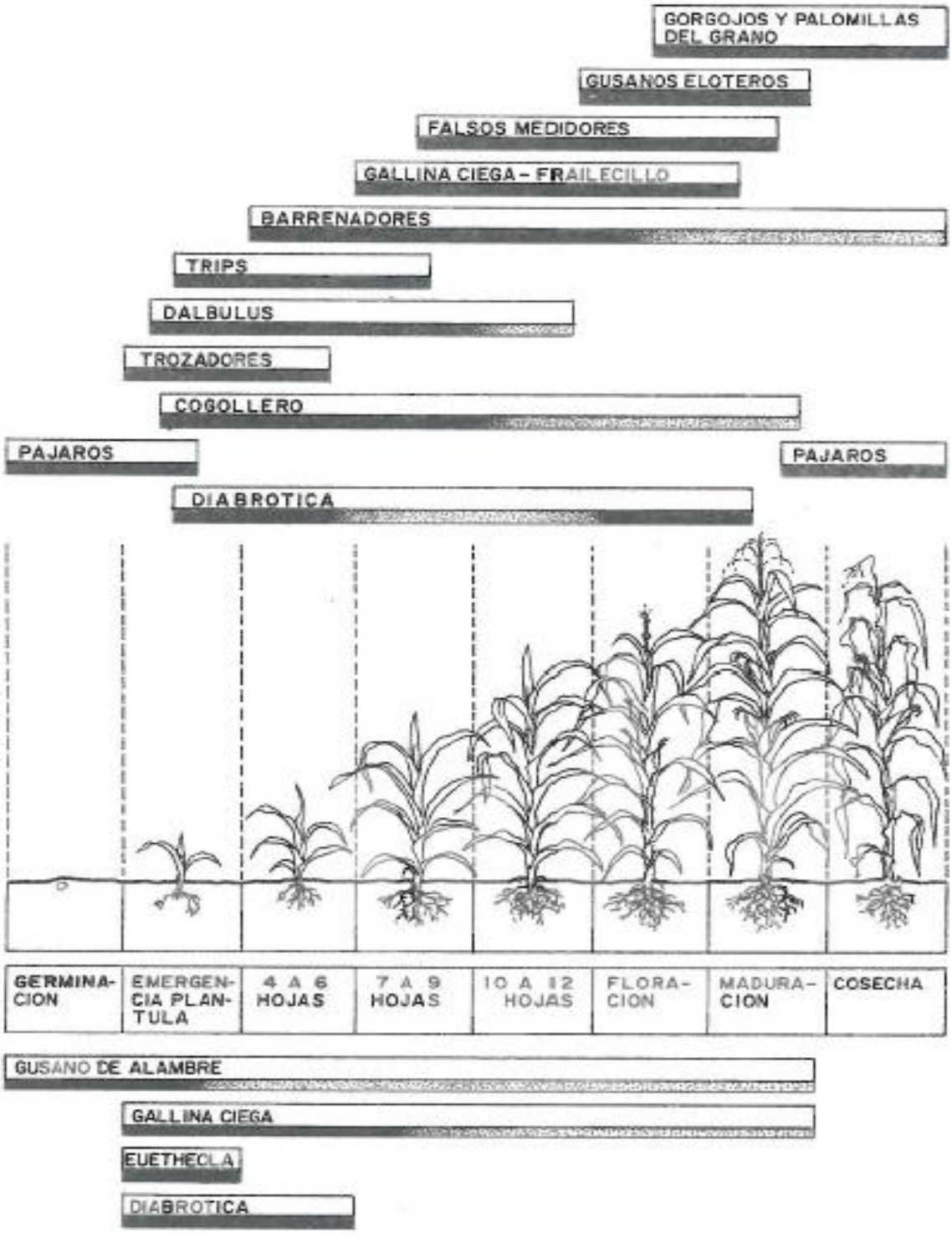


Figura 34 Plagas del cultivo del maíz en México con relación a sus etapas fenológicas

(Tomado Guía fitosanitaria para el cultivo del maíz). Pueden clasificarse de manera general por la parte de la planta donde causan daño principal (raíz, hoja, tallo, mazorca y el grano almacenado).

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

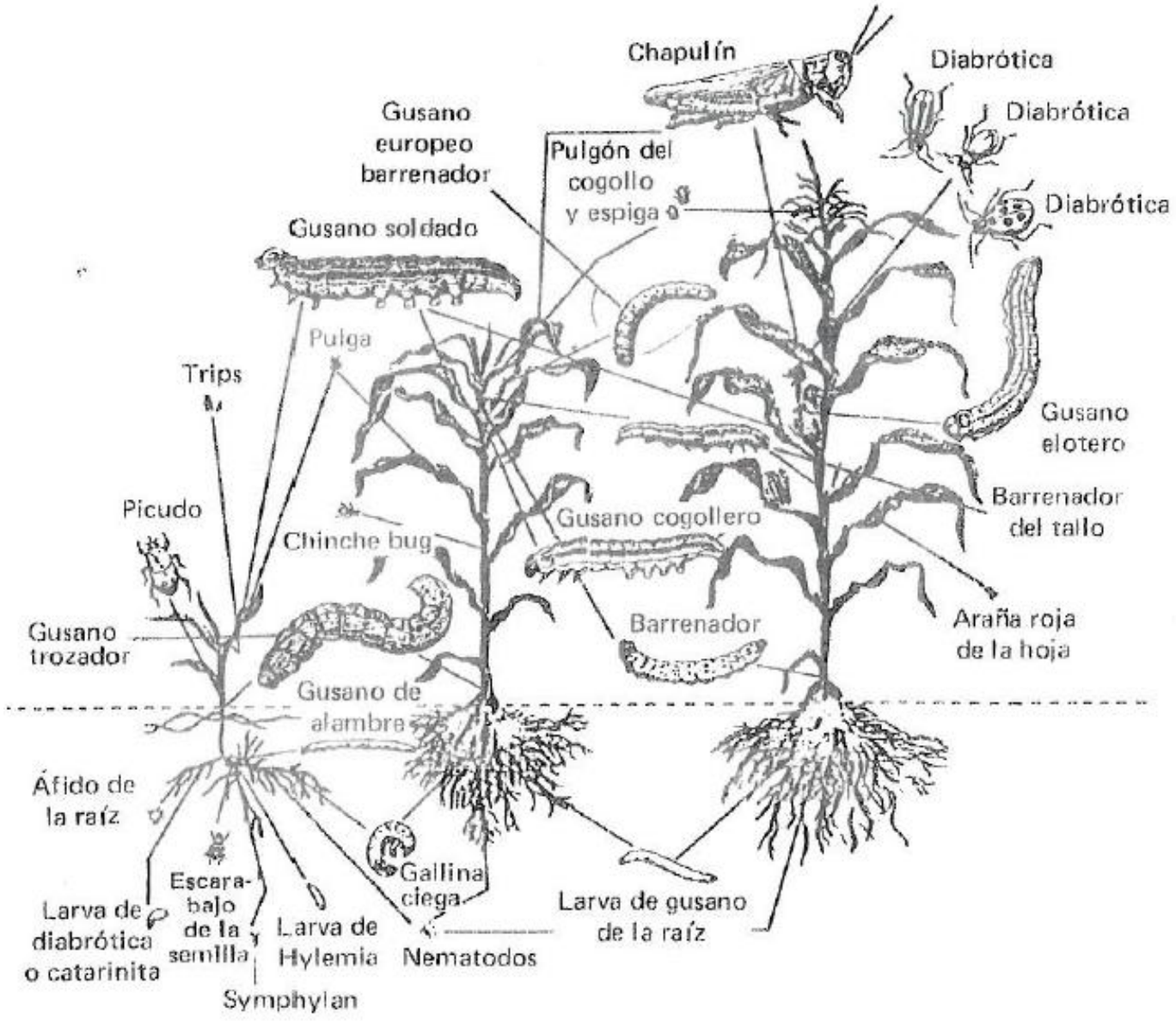


Figura 35 Tres estadios para inspeccionar las plagas del maíz en: raíz, hojas, tallos, flores y fruto.

Generalmente las variedades de plantas resistentes a los insectos son más capaces de evitar, tolerar o recuperarse de un ataque de insectos que las variedades más susceptibles. El grado de resistencia puede variar desde muy susceptible hasta resistente. A una variedad con 100% de resistencia de le denomina inmune. La habilidad de las plantas de crecer bien y producir rendimientos satisfactorios cuando son severamente atacadas por insectos es un ejemplo de tolerancia a los insectos.

El uso de variedades de maíz con una resistencia y tolerancia a los insectos reduciría los gastos en materiales y equipo para medidas de control, mejoraría los rendimientos y la calidad, y disminuiría los costos de producción, de cosecha y de almacenamiento.

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

Para el manejo de plagas de lepidópteros en la región del Agrícola de Chihuahua, el Campo experimental del INIFAP recomendó los siguientes tratamientos para las plagas presentes en el cultivo de maíz.

Tabla 17 Manejo de plagas en la región Agrícola de Chihuahua

Adaptada INIFAB

Plaga	Ingrediente activo	Dosis/Ha	Época de aplicación
Plagas del follaje y del elote			
G. cogollero *Spodoptera frugiperda*	Bacillus thuringiensis	225 g de I.A./ha L	Cualquiera de estos productos se deben aplicar cuando el 20% de los cogollos infestados
	Clorpirifós	1 L/ha	
	Metomilo	200 g de I.A./ha	
	Methoxyfenozide	1 L/ha	
Langosta *Schistocerce piceifrons*	Fipronil	1.0 g de I. A.	Cualquiera de estos productos debe aplicarse tan pronto se presenten las mangas de adultos o los bandos de saltones
	Malatión	1000 g de I. A.	
	Paratión Metílico	720 g I.A	
Pulga negra o pulsa saltona Chaetocnema spp.	Ometoato o Endosulfán	0.40 L/ha o 1 L/ha respectivamente	Cuando se observen de dos a tres insectos por planta
Diabrótica Diabrotica balteata	Clorpirifos o Carbaril 1200 g de I.A.	360 y 1200 g de I.A/ha respectivamente.	Esta plaga debe controlarse durante las etapas tempranas de desarrollo del cultivo, cuando se observan de una a dos diabróticas por planta.
Plagas de la raíz y de la semilla			
Gallina ciega Phylophaga crinita			Se controla la población de adultos usando luz artificial por la noche para atraerlos.
G. trozador Agrotis sp.			Se recomienda barbechar tan pronto termine la cosecha. Con esta práctica se destruyen gran cantidad de larvas que mueren al quedar expuestas al sol o al frio y sobre todos a los pájaros.

El maíz con la tecnología BT11 x MIR604 x GA21 tiene la característica de tolerar la aplicación del herbicida glifosato y glufosinato. El glifosato es un herbicida sistémico no selectivo para aplicación en post-emergencia a la maleza en los cultivos como jitomate, maíz, sorgo, agave, vid, chile, berenjena, calabacita, melón, pepino, sandía, chayote, entre otros, siendo entonces no exclusivo para el cultivo de maíz. Se debe evitar que este herbicida entre en contacto directo con los cultivos porque los puede dañar, ya que el glifosato se absorbe por las hojas y se trasloca hasta las raíces y otras partes de la planta. El glifosato no tiene actividad en el suelo por lo que no daña la emergencia de los cultivos cuando la aplicación se realiza antes de que ésta ocurra.

Se piensa que el uso de maíz con tecnologías que le confieran características de tolerancia a glifosato harán que: 1) el maíz persista y se convierta en maleza, o 2) el uso de glifosato en campos dónde se encuentren maíces con tecnologías de tolerancia a glifosato provocará resistencia en las malezas presentes.

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

Tales aseveraciones tiene diferentes formas de abordarse, a lo que para la primera opinión se puede responde que las plantas voluntarias de maíz tolerante a glifosato pueden ser erradicadas usando herbicidas de diferente modo de acción, lo que comúnmente se hace en las prácticas agrícolas de hoy en día. Por otro lado, para la segunda opinión, independientemente de la utilización de maíz con tecnología de tolerancia a la aplicación de glifosato, el repetido uso de glifosato o herbicidas con el mismo modo de acción en los diferentes cultivos dónde esté se utiliza, puede provocar desarrollo de poblaciones tolerantes al herbicida, por lo que es común recomendar utilizar otros herbicidas de diferente modo de acción.

Las malas hierbas son plantas que crecen donde no son deseadas e interfieren con los intereses del hombre (Ashton y Monaco, 1991; Anderson, 1996). Al conjunto de malas hierbas en un área se le denomina maleza e incluye tanto a las especies silvestres como a los cultivos voluntarios indeseables (Chandler y Cooke, 1992). La maleza compite con los cultivos por luz, agua y nutrimentos y si no son controladas oportuna y eficientemente, reducen significativamente su rendimiento y la calidad del grano cosechado (Bridges, 1995). El manejo de la maleza es una de las prácticas más antiguas en la agricultura. Sin embargo, debido a que el efecto nocivo de la maleza no es evidente al inicio del desarrollo de los cultivos, en muchas ocasiones no se le otorga la importancia debida y su control se lleva a cabo cuando el cultivo ya ha sido afectado (Rosales *et al*., 2002). El manejo integrado de maleza implica no sólo depender de las medidas de control de la maleza existente, sino prevenir la producción de nuevos propágulos, reducir la emergencia de maleza en los cultivos y maximizar la competencia del cultivo hacia la maleza. El manejo integrado de maleza hace énfasis en la conjunción de medidas para anticipar y manipular las poblaciones de maleza, en lugar de reaccionar con medidas emergentes de control cuando se presentan altas infestaciones (Dieleman y Mortensen, 1997). El objetivo del manejo integrado de maleza es maximizar el rendimiento de los cultivos, optimizar las ganancias del productor y aumentar la eficiencia en la producción del cultivo, al integrar técnicas preventivas, conocimientos científicos y prácticas de manejo.

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

MODO DE ACCIÓN Y USO DE GLIFOSATO

- **Glifosato: Modo de Acción y uso**

Aunque las plantas y los animales difieren en muchos aspectos, al menos en uno son bastante similares. Ambos necesitan fabricar proteínas y los dos necesitan para hacer estas proteínas a partir de los mismos veinte aminoácidos. Los aminoácidos son los bloques de construcción básicos de las proteínas y las proteínas forman la estructura básica de las células y tejidos, y hacer todo lo de las enzimas metabólicas necesarias para la vida.

Las plantas pueden fabricar todos los veinte aminoácidos, pero los animales sólo pueden sintetizar un subconjunto. El resto de los aminoácidos esenciales deben ser suministrados en la dieta, ya sea por ingestión de material vegetal, u otros animales. En los seres humanos, hay ocho aminoácidos esenciales, que incluyen isoleucina, leucina, lisina, metionina, feninalanina, treonina, triptófano y valina. Por un inhibidor de las enzimas que intervienen en la síntesis de algunos de estos aminoácidos esenciales en las plantas, los fabricantes de productos químicos han sido capaces de desarrollar herbicidas específicos que matan selectivamente plantas, sin dañar a los animales.

En las plantas, la enzima 5-sintasa enolpiruvilsiquimato-3-fosfato (EPSPS abreviada) desempeña un papel clave en la vía bioquímica que da lugar a la síntesis de los aminoácidos aromáticos fenilalanina, tirosina y triptófano. Esta enzima sólo está presente en plantas y microorganismos como bacterias y hongos; también está presente en animales y humanos (Levin y Sprinson 1964; Steinrucken y Amrhein 1980, Franz et al. 1997). En la década de 1970, se descubrió que la analogía única de aminoácidos, el glifosato, podría inhibir selectivamente la actividad de la enzima EPSPS por lo tanto apagar la síntesis de aminoácidos aromáticos. Debido a que estos aminoácidos son necesarios para la síntesis de proteínas, que se requiere para el crecimiento vegetal y el mantenimiento, la aplicación de glifosato provoca la muerte de la planta rápidamente (Kishore & Shah, 1988). La compañía Monsanto produjo por primera vez al glifosato, se inició la comercialización de este herbicida comercial en 1974 bajo el nombre comercial de Roundup®.

El glifosato, el ingrediente activo de los herbicidas agrícolas Roundup®, mata las plantas mediante la inhibición dela enzima 5-enolpyruvylshikimate-3-phosphate synthase (EPSPS).

Esta enzima es un paso crítico en la ruta del ácido shikímico de la biosíntesis de aminoácidos aromáticos en plantas y microorganismos, y su inhibición conduce a la falta de crecimiento en las plantas. La ruta de biosíntesis de aminoácidos aromáticos no está presente en mamíferos, aves o animales acuáticos. Esto explica la actividad selectiva en las plantas y contribuye al bajo riesgo para la salud humana y el medio ambiente de la utilización de glifosato de acuerdo a instrucciones de la etiqueta.

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

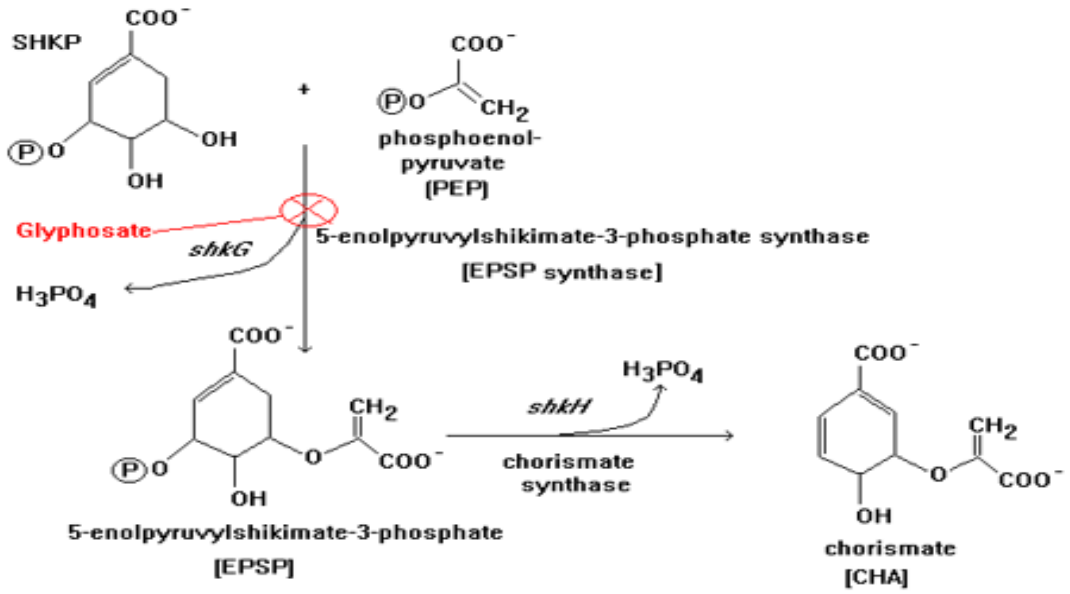


Figura 36 Modo de Acción del Glifosato

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

- **Propiedades como herbicida**

El Glifosato es un herbicida sistémico, de amplio espectro y no selectivo. Mata todo tipo de plantas incluyendo pastos, plantas perennes y leñosas. Cuando una planta es tratada con glifosato este se absorbe a través de las hojas y el tejido suave de los tallos. Las plantas tratadas mueren en días o semanas. La alta sensibilidad de los cultivos al glifosato ha limitado su uso como herbicida pre-emergente de cultivos de siembra directa en estrategias de manejo de labranza cero. Con el desarrollo de los cultivos genéticamente modificados tolerantes al glifosato, se puede aplicar el herbicida después que el cultivo y las malezas han emergido, con poco o ningún daño a la cosecha.

- **Efecto a la vida silvestre**

La toxicidad para la fauna terrestre y acuática ha sido ampliamente evaluada en laboratorio y campo, los resultados indican una baja toxicidad y un riesgo bajo por exposición directa. La literatura científica contiene cientos de artículos sobre los efectos del glifosato sobre los organismo no objetivo (Sullivan & Sullivan 2000).

Los estudios de laboratorio indican que el glifosato no causa efectos adversos a las lombrices, abejas, o las especies de aves como el pato real o codorniz en condiciones normales de uso. En 2000 se publicó una evaluación global de los riesgos ecotoxicológicos para el glifosato (Giesy et al. 2000). Los autores concluyeron que el uso de glifosato no representa un riesgo excesivo de efectos adversos para la vida silvestre cuando se utiliza según las instrucciones de la etiqueta.

El glifosato tiene baja toxicidad para los organismos acuáticos no objetivo (por ejemplo, los peces e invertebrados acuáticos). Mientras que los tensoactivos que puedan añadirse a algunas formulaciones de herbicidas de glifosato pueden tener de baja a moderada toxicidad para algunos animales acuáticos, la exposición es lo suficientemente baja en condiciones normales de uso que no hay riesgo significativo a los animales acuáticas en condiciones normales de uso.

- **Persistencia en el suelo**

El glifosato no persiste en el ambiente. El glifosato se somete a la degradación microbiana en el suelo, y las aguas naturales, tanto en condiciones aeróbicas y anaeróbicas (Giesy et al. 2000). La tasa de disminución de la concentración de glifosato en el suelo depende en general de la actividad microbiana (Carlisle y Trevors 1988; Moshier & Penner, 1978). El principal metabolito que se forma es el ácido aminometilfosfónico (AMPA), que sufre una mayor degradación microbiana. El glifosato es metabolizado a dióxido de carbono, fosfato inorgánico, y otros compuestos naturales. Por la baja volatilidad glifosato es muy poco probable que se mueven fuera del sitio en forma de vapor y que pueda daños la vegetación fuera del sitio de aplicación

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

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

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

- **Calidad del agua**

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

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

La Organización Mundial de la Salud revisó datos sobre calidad del agua para glifosato (WHO 1997) y declaró:

"Se concluyó que debido a su baja toxicidad, la salud basados en derivados del glifosato en orden de magnitud superiores a las concentraciones de glifosato que se encuentran normalmente en el agua potable. En condiciones normales, por lo tanto, la presencia de glifosato en el agua potable no representa un peligro para la salud humana. "

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

CLASIFICACION DE LAS MALAS HIERBAS

El primer paso en el diseño de un programa de manejo de maleza es conocer a la maleza a controlar (Ashton y Monaco, 1991). Existen algunas formas de clasificación de las malas hierbas que son útiles en su identificación:

Clasificación botánica

La clasificación botánica de las malezas es la más importante, ya que es un sistema que permite identificar plenamente a una planta a través de sus características morfológicas, principalmente de sus órganos reproductivos, en familias, géneros y especies (Radosevich *et al.*, 1997). El nombre científico de las plantas consta de dos palabras en latín, la primera indica el género y la segunda la especie. Para precisar más, se añade el autor, es decir, el nombre del botánico que primero describió la planta con ese nombre. Para ello, se acostumbra usar abreviaturas, por ejemplo, L. que significa Linneo; en algunas ocasiones las especies se han tenido que reclasificar y la abreviatura del apellido del reclasificador aparece después de la del autor. Esta nomenclatura binomial es usada internacionalmente, lo cual evita confusiones por el uso de nombres comunes que varían entre regiones o países. Por ejemplo, la correhuela perenne, es conocida también como gloria de la mañana, oreja de ratón y lengua de pollo en México y "field bindweed" en Estados Unidos. Al conocer su nombre científico: *Convolvulus arvensis* L. se tiene la certeza de que se trata de la misma planta. Por lo anterior, la identificación adecuada de una mala hierba por su clasificación botánica es fundamental para su manejo.

Clasificación morfológica

Por su forma, las principales malas hierbas pueden ser clasificadas en:

Hojas anchas: Estas plantas presentan las nervaduras de las hojas en forma de red o reticuladas, dos hojas seminales o cotiledonares en las plántulas y raíces primarias con crecimiento vertical. Ejemplos: quelite, polocote y correhuela.

Zacates: Son plantas que presentan sólo una hoja seminal en sus plántulas, hojas con disposición alterna y nervaduras paralelas y sistema radical fibroso. Ejemplos: zacate Johnson, zacate de agua, zacate cola de zorra.

Ciperáceas: Estas plantas tienen características similares a los zacates, sus principales diferencias consisten en que tienen tallos triangulares y las hojas se presentan en rosetas que nacen de la base del tallo y la inflorescencia. Ejemplos: coquillo morado y coquillo amarillo.

Clasificación por ciclo de vida

Anuales: plantas que completan su ciclo de vida en menos de un año. Pueden ser anuales de invierno (octubre-abril) o de verano (mayo-septiembre). Algunos ejemplos de malas hierbas anuales de invierno son: la borraja *Sonchus oleraceus* y la mostacilla *Brassica campestris* y anuales de verano: el quelite *Amaranthus hybridus* y el girasol silvestre o polocote *Helianthus annuus*.

Bianuales: malas hierbas que su ciclo de vida comprende dos años. En el primer año, la planta forma la roseta y una raíz primaria profunda y en el segundo año florecen, maduran y mueren. Las malas hierbas

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

bianuales no son muy comunes. Un ejemplo de mala hierba bianual es la zanahoria silvestre *Daucus carota*.

Perennes: plantas que viven más de dos años y si se presentan condiciones favorables pueden vivir indefinidamente. Se reproducen por semilla y en muchas ocasiones vegetativamente a través de estolones, tubérculos, rizomas o bulbos. El zacate Johnson *Sorghum halepense* y la correhuela perenne *Convolvulus arvensis* son ejemplos de malas hierbas perennes.

A continuación se expone la práctica común en el control de malezas en la agricultura:

Control de malezas en maíz.

En todos los cultivos existe un periodo en el que la presencia de malezas o malas hierbas causa los mayores daños en el rendimiento. Ese periodo por lo general se ubica en las primeras semanas del ciclo, después de la emergencia de los cultivos. En maíz, la magnitud de ese periodo, llamado periodo crítico de competencia (PCC), es variable y depende de la variedad de maíz, el ciclo del cultivo, la fecha de siembra, las especies de malezas, la presión de malezas, entre muchos otros factores. Sin embargo, en lo que todos los investigadores coinciden es que el PCC en maíz se ubica entre la primera y sexta semana después de la emergencia del cultivo, permitiendo un máximo de 5% de pérdida de rendimiento.

La presencia de malezas durante ese periodo reduce gravemente el rendimiento del cultivo, por lo que se deben de hacer todos los esfuerzos para evitar o limitar la presencia de malezas.

La presencia posterior de malezas en cultivos que han superado el PCC, no tiene un gran impacto en el rendimiento del maíz, pero si interfiere con la cosecha y, adicionalmente, esas plantas de malezas producen semillas que van a recargar la reserva de semillas en el suelo, de donde se originarán las futuras generaciones de plantas competidoras, por lo que su control sigue siendo importante, aún en etapas tardías del cultivo.

Lo productores de maíz realizan prácticas de control de malezas que son efectivas, pero con frecuencia se hacen tardíamente. El control de malezas en maíz y en cualquier cultivo, debe realizarse oportunamente, echando mano de todas las herramientas de control disponibles para los productores. Para maíz, hoy en día existen múltiples técnicas de control de malezas que hacen posible reducir al máximo las pérdidas de rendimiento atribuibles a la competencia, pero ninguna de ellas será efectiva si se realiza tardíamente.

Una práctica oportuna implica que el agricultor prepare con tiempo todos los recursos para el manejo del cultivo. Iniciar la búsqueda de soluciones cuando el problema ya es evidente, generalmente termina en catástrofe, pues muchas veces los insumos no se encuentran disponibles en el lugar y en el momento en que se requieren. Tratar de resolver problemas al momento como la presencia de malezas, plagas, fertilización, etc., casi siempre resulta ineficiente. Siempre es mejor prevenir. Para prevenir las pérdidas de rendimiento el agricultor debe estar preparado para actuar oportunamente. Realizar las prácticas de preparación del terreno; proveerse de la semilla, fertilizantes y otros agroquímicos, y preparar los implementos que utilizará durante el ciclo del cultivo, será de gran ayuda.

El rendimiento del maíz en cultivo, en las primeras fases de su desarrollo, puede ser afectado seriamente por la competencia ejercida por la maleza, asimismo, la maleza puede ocasionar daños en forma

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

indirecta al propiciar el incremento de plagas de insectos, enfermedades y roedores, así como dificultar la cosecha, afectar la calidad de la misma, e influir en la incidencia de la maleza en los terrenos debido a su producción de semilla. Para evitar el daño ocasionado por la maleza el productor asigna gastos para su control a través de métodos manuales (uso de azadón), mecánicos (escardas) y químicos (herbicidas).

El control químico de la maleza en las áreas productoras de maíz consiste en una aplicación total de herbicidas en preemergencia, así como de aplicaciones dirigidas de herbicidas postemergentes. La aplicación de herbicidas preemergentes generalmente incluye la mezcla de un producto para el control de maleza de hoja ancha y otro para zacates, debido a que el espectro de acción de cada producto en la mezcla no les permite eliminar todas las especies de maleza que se presentan en el maíz. Por otro lado, los herbicidas postemergentes que se comercializan actualmente presentan problemas de selectividad y su aplicación requiere del uso de equipos especiales de aspersión con el objeto de reducir el riesgo de fitotoxicidad al cultivo por el uso de herbicidas totales, otra desventaja de este tipo de aplicaciones es que con este método no se elimina la maleza presente en la hilera del cultivo, lo cual indica que el método de control químico convencional depende aún de las escardas mecánicas y del control manual para lograr un eficiente control de maleza.

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

PRINCIPALES MALEZAS EN MAÍZ,

En México se reportan más de 400 especies de malas hierbas, pertenecientes a más de 50 familias botánicas, asociadas a diferentes cultivos (Villaseñor y Espinosa, 1998; Tamayo, 1991). Las principales especies de maleza en maíz en el Estado de Chihuahua se presentan en la tabla 18 (Asociación Mexicana de la ciencia de la Maleza, A.C.).

Tabla 18 Malezas más comunes y problemáticas presentes en el cultivo de Maíz en la región Agrícola de Chihuahua.

(Asociación Mexicana de la ciencia de la Maleza, A.C.)

Nombre científico: ***Anoda cristata (L.) Schltdl.***



Nombre común: Alache

El alache o la amapola del campo es una planta arvense y también ruderal nativa importante en México. Puede ser común en cultivos de maíz, pero generalmente no es un problema grande en la agricultura campesina y maicera, ya que se desarrolla relativamente tarde en el año. Pero, sí es un problema sustancial en la agricultura intensiva de cultivos más abiertos, sobre todo del algodón, ya que es de la misma familia botánica.

Nombre científico: ***Argemone mexicana L.***

Nombre común: Chicalote amarillo



México es la región de origen de varios chicalotes, la mayoría de ellos malezas. Argemone mexicana es la más exitosa de ellos; hoy se encuentra en los trópicos de todos los continentes, y puede ser bastante molesta. Hábito y forma de vida: Herbácea erecta. Tamaño: De 1 m o menos de alto. Tallo: Verde-azulado y sin pelos, con numerosas espinas firmes y punzantes. Hojas: Sésiles, alternas, moteadas, de color verde-azuloso, lanceoladas o elípticas y transversalmente lobuladas, los lóbulos están partidos solo hasta la mitad; cada lóbulo tiene una espina en el ápice. Flores: Botón no mucho más largo que ancho, flores solitarias situadas sobre 2-3 brácteas muy similares a las hojas, posee 3 sépalos con espinas en el ápice; 6 pétalos amarillos. Frutos y semillas: Fruto es una cápsula

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

con espinas; semillas redondas y negras. Raíz: Raíz pivotante. Características especiales: Látex amarillo; planta espinosa.

Nombre científico: ***Cenchrus echinatus L.***

Nombre común: Zacate cadillo



Hierba anual, erecta, con frecuencia creciendo varios individuos juntos, de 25-60 cm de altura. Tallo: Tendido y ramificado, con pubescencia variable, hueco, delicado, con varios nudos manifiestos. Hojas alternas, vainas con pelos adpresos en los márgenes cerca del ápice; lígula ciliada; láminas planas, lineares a lanceoladas, de 4 a 35 cm de longitud y 5 a 8 mm de ancho, sin pelos a pubescentes en la base del haz; frecuentemente las puntas de las espinas de color púrpura con el tiempo. Inflorescencia: Racimos densos, espiciformes, de 3 a 10 cm de largo. Espiguillas unifloras, sésiles, en grupos de 4, protegidas por un involucro piloso de 6 a 8 mm de diámetro, formado por numerosas cerdas, de las cuales las externas son delgadas y las internas espinoides, unidas entre sí por encima de la base hasta su mitad; glumas desiguales, la primera de 1.3 a 3.4 mm de largo, la segunda de 3.8 a 5.7 mm de largo, 3 a 6 nervada; la lema estéril de 4.5 a 6.5 mm de largo; páleas ásperas al tacto. Fruto ovoide, de 1.6 a 3.2 mm de largo por 1.3 a 2.2 mm de ancho.

Nombre científico: ***Bidens odorata Cav.***

Nombre común: Aceitilla



La aceitilla es una de las especies arvenses (de campos de cultivos) más comunes de las tierras altas y medianas de México, sobre todo en la agricultura campesina. Es parte de un complejo de especies que se parecen, pero que son distintas genética y ecológicamente. Hábito y forma de vida: Hierba anual, generalmente erecta o ascendente. Tallo Cuadrangular, escaso o profusamente ramificado,

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

casi glabro o algo piloso, estriado a acanalado, a veces teñido de púrpura. Hojas: Opuestas, sobre pecíolos de hasta 10 cm de largo, limbo de hasta 15 cm de largo y 11 cm de ancho, partido de 3 ó 5 foliolos simples de forma muy variable, ovados o lanceolados y aserrados, o bien éstos a su vez profundamente partidos, casi glabros a pilosos. Inflorescencia: Las cabezuelas solitarias o agrupadas en corimbos laxos sobre pedúnculos pilosos, estrigosos o rara vez glabros, de 1 a 8 cm de longitud.

Nombre científico: ***Cenchrus incertus M. A. Curtis***

Nombre común: Rosetilla



Hábito y forma de vida: Planta anual. Tamaño: De 20 a 90 cm de longitud. Tallo: Ascendentes o rara vez suberectos desde una base decumbente, libremente ramificados, a veces formando grandes macollos, comprimidos, bastante fuertes, escabrosos. Hojas: Vainas pubescentes a lo largo de los márgenes, a glabras, a veces con un mechón de pelos en el cuello, lígula ciliada, casi de 1 mm de longitud, láminas foliares usualmente planas, a veces algo involutas a dobladas, de 3 a 15 cm de longitud, de 2 a 7 mm de ancho, escabrosas en el haz y a veces en el envés. Inflorescencia: Una panícula. Espiguilla/Flores: Espiguillas 2 a 4, usualmente 3 por abrojo, de (3.5) 5 a 7 mm de longitud y de 2 mm de ancho; primera gluma de 1.5 a 2 mm de longitud, segunda gluma y lema estéril casi tan largas como la lema fértil, ésta de 5 a 7 mm de longitud. Fascículos (abrojos) ovoides a globosos, el eje delgado, flexuoso, escabroso, algunas veces piloso, abrojo (excluyendo las espinas) de 3 a 7 mm de ancho, densamente pubescente (rara vez casi glabro), con 8 a 40 espinas, extendidas o reflejas, planas, anchas en la base, las inferiores más cortas y relativamente delgadas.

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

Nombre científico: ***Heliantus annus*** **L.**

Nombre común: Polocote



Planta anual de hasta 2,5 m, generalmente no ramosa. Tallo híspido. Hojas alternas, grandes, ovadas y más o menos cordadas, con el margen aserrado. Inflorescencia en capítulo terminal de gran tamaño, con flores liguladas amarillas, situadas en el exterior y flosculosas negruzcas o pardas en el disco, estas últimas con una escama en su base. Fruto en aquenio grisáceo generalmente con bandas negras.

Nombre científico: ***Amaranthus palmeri*** **S. Wats**

Nombre común: Quelite



Planta dioica, anual o a veces perenne, erecta, glabra (sin ningún tipo de pelos). Hasta de 1.5 (3) m de alto.Tallo: Con rayas longitudinales, verde a amarillo, café o rojizo, con frecuencia profusamente ramificados desde la base. Hojas alternas, láminas foliares rómbicas, ovadas a rómbico-lanceoladas, de 1.5 a 10 (17) cm de largo por 1 a 4 (8) cm de ancho; ápice agudo a acuminado con una espina fina en la punta; base redondeada a cuneada; nervación prominente en el envés, a veces algo pubescente; pecíolos delgados, de 1 a 5 (10) cm de largo. Inflorescencia unisexuales, en forma de espigas terminales. Flores poco vistosas; las masculinas con 5 tépalos angostamente triangulares, con punta rígida, desiguales, los externos de 2.5 a 4 (5) mm de largo, los internos de 2 a 3 (4) mm de largo; flores femeninas con 5 tépalos estrecha o ampliamente espatulados, carinado (con rebordes prominentes).

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

Nombre científico: ***Chloris virgata Sw.***

Nombre común: Barbas de indio



Hábito y forma de vida: Hierba de vida corta, erecta, amacollada. Tamaño: De 10 a 70 cm de alto. Tallo: Generalmente comprimido, a veces doblado en los nudos, a veces ramificado, erecto, algunos recostados sobre el suelo con las puntas ascendentes y enraizando en los nudos inferiores. Hojas: Alternas, dispuestas en 2 hileras sobre el tallo, con las venas paralelas, divididas en 2 porciones, la inferior llamada vaina que envuelve parcialmente al tallo y generalmente es más corta que el entrenudo, sin pelos (las vainas de las hojas superiores infladas), y la parte superior de la hoja, llamada lámina, que es larga, angosta y plana, a veces doblada, áspera al tacto; entre la vaina y la lámina, por la cara interna, se presenta una prolongación membranosa que presenta pelos llamada lígula. Inflorescencia: La inflorescencia consiste de entre 5 y 15 espigas, de hasta 7 cm de largo, ubicadas todas juntas formando un verticilo en la punta del tallo (raramente con una espiga adicional por arriba de las demás).

Nombre científico: ***Cyperus esculentus*** **L.**

Nombre común: Coquillo amarillo



Planta perenne de 10 a 50 (65) cm de altura. Tallo triangular, de 1.5 a 3 (4) mm de grueso en el ápice. Hojas alternas y se desarrollan en series de 3; de 3 a 10 mm de ancho, de color verde pálido y el ápice es finamente agudo; la vaina basal es cerrada, pálida a café-rojizo; brácteas 2 a 6 (8), desiguales, hasta de 28 cm de largo y de 0.5 a 6 mm de ancho. Inflorescencia es una umbela terminal, con espigas de 1.5 a 2.6 cm de longitud y de 1.5 a 4.6 cm de ancho, con (5) 10 a 25 (50) espiguillas; éstas de 6 a 30 mm de longitud y 1 a 3 mm de ancho, no comprimidas en la madurez, dísticas o casi dísticas; pedúnculos 4 a 10, simples o ramificados, desiguales, de 0 a 12 cm.

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

Flores: 6 a 40 flores por espiguilla, raquilla de color verde o amarillento, con alas persistentes, hialinas, en ocasiones con líneas de color rojo, de 1.3 a 1.5 mm de longitud y de 0.3 a 0.5 mm de ancho, bractéola de 3 a 5 (10) mm de longitud, a veces caudada, angosta pero basalmente de 0.3 a 0.5 mm de ancho en vista lateral, glumas deciduas, las inferiores de mayor tamaño, de 2.6 a 4 mm de longitud, de 0.7 a 1 mm de ancho en vista lateral, con 7 a 11 nervaduras bien distribuidas (incluyendo 1 a 3 de la quilla), cortamente mucronadas (que termina en una proyección corta y aguda), con la quilla de color verde, los lados de color café claro a dorado, en ocasiones con las nervaduras teñidas de rojo púrpura y los márgenes hialinos; estambres 3, con los filamentos de 1.5 a 2.8 mm de longitud, aplanados, las anteras de (1.2) 1.5 a 2.1 mm de longitud, de color amarillo a rojizo; estilo de 1.5 a 2 mm de longitud, con 3 ramas de 0.8 a 2 (3) mm de longitud. Frutos y semillas: Aquenio de sección triangular, de 1.3 a 2 mm de longitud y de 0.6 a 0.8 mm de ancho, con la superficie punticulada, de color grisáceo o café claro. Rizomas hasta de 20 cm de longitud, cubiertos con escamas envainantes, de 0.3 a 1 (2) mm de grueso, con frecuencia terminando en tubérculos.

Nombre científico: ***Crotalaria pumila Ort.***

Nombre común: Chipil



Hábito y forma de vida: Hierba erguida, ramificada. Tamaño: De 30 a 50 cm de altura. Tallo: Cubierto por pelos rectos, agudos y con la base redondeada, a simple vista parece no tener pelos. Hojas: Trifolioladas, el pecíolo delgado, generalmente de la mitad del largo del foliolo terminal, foliolos obovados u obovado-oblongos, delgados, de 1 a 2 cm de largo por 2 a 8 mm de ancho, ápice redondeado, borde entero, base cuneada, haz sin pelos, envés con pelos rectos y de base redondeada. Inflorescencia: Flores dispuestas en racimos y estos con pocas flores. Flores: Las flores miden 1 cm de

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

largo, pedicelos cortos; cáliz con pelos rectos, agudos y con base redondeada, con los lóbulos más largos que el tubo; corola amarilla, con el estandarte listado de rojo. Frutos y semillas: El fruto es una legumbre inflada, oblonga, de 15 mm de largo por 8 mm de diámetro, con el ápice redondeado y con una proyección corta, rígida y aguda, con o sin pelos; semilla asimétricamente reniforme, de 1.5 a 2.6 mm de largo y 1.7 a 2.8 mm de ancho, comprimida, superficie, superficie punticulada, rara vez rugosa, de color café verdoso, verde amarillento o café (Espinosa y Sarukhán, 1997). Plántulas: Hipocótilo cilíndrico de hasta 27 mm de largo; cotiledones de lámina elíptica de 8 a 9 mm de largo y 4.5 a 5 mm de ancho; epicótilo 10 a 13 mm de largo, con pelos; hojas alternas, compuestas.

Nombre científico: ***Echinochloa colona (L.) Link***

Nombre común: Arrocillo silvestre



Hábito y forma de vida: Hierba de vida corta. Tamaño: De hasta 1 m de alto, aunque generalmente más pequeña. Tallo: Erecto o recostado sobre el suelo y con las puntas ascendentes, ramificado, a veces con raíces en los nudos inferiores, a veces con pelillos en los nudos. Hojas: Alternas, dispuestas en 2 hileras sobre el tallo, con las venas paralelas, divididas en 2 porciones, la inferior llamada vaina que envuelve al tallo, igual o más larga que el entrenudo, con pelos hacia el ápice, y la parte superior de la hoja llamada lámina que es larga, angosta, plana, a veces con los márgenes ásperos al tacto; entre la vaina y la lámina, por la cara interna, se presenta una línea de pelillos, llamada lígula, o bien ésta ausente. Inflorescencia: Una panícula densa y angosta, de hasta 15 cm de largo, ubicada en la punta del tallo, compuesta de 5 a 10 ramitas ascendentes. En cada ramita se disponen las espiguillas. Espiguilla/Flores: Espiguillas: en 4 hileras en un mismo lado del eje que es plano. Las flores son muy pequeñas y se encuentran cubiertas por una serie de brácteas,

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

puntiagudas pero sin aristas. Frutos y semillas: Una sola semilla fusionada a la pared del fruto.

Nombre científico: ***Oenothera pubescens Willd. ex Spreng.***

Nombre común: Linda tarde



Hábito y forma de vida: Hierba perenne, arrosetada cuando joven, después erecta o recostada, pero con las puntas ascendentes, ramificada radialmente. Tamaño: De hasta 60 cm de alto, raramente hasta 80 cm, con finos pelillos recostados sobre su superficie. Tallo: Cilíndrico, simple o ramificado, generalmente saliendo varios desde la base, verdoso o rojizo, con pelos. Hojas: Alternas, las hojas inferiores son pecioladas y las superiores sésiles o casi sésiles; lámina de contorno oblanceolado, oblongo-lanceolado u oblongo, pinnatífidas a pinnatipartidas, a veces enteras con dientes insinuados, de 1.5 a 8 cm de largo y 0.5 a 2 cm de ancho, con 7 a 11 lóbulos o particiones oblongas, con pelos rígidos, rectos y puntiagudos (estrigosos). Inflorescencia: Flores solitarias en las axilas de las hojas superiores. Flores: Sésiles, de simetría radial, de 3 a 7 cm de largo, el cáliz es un tubo (hipantio) largo y muy delgado (más ancho y acostillado en la base, donde se encuentra el ovario), cubierto de pelos, en cuyo ápice se encuentran 4 sépalos angostos, frecuentemente doblados hacia atrás; pétalos 4, amarillos en la floración y luego amarillo-rojizos o violeta al secarse; estambres 8; ovario ínfero, estilo dividido en 4 ramas. Frutos y semillas: El fruto es una cápsula cilíndrica, generalmente algo arqueada, de hasta 5 cm de largo y de 2 a 4 mm de ancho, angulosa, con pelillos. Semillas numerosas, color café, reticuladas, subglobosas u ovoides, de contorno fusiforme, elíptico, ovado o poligonal con 3 a 5 caras, de 0.9 a 1.4 mm de largo y hasta 0.9 mm de ancho, ápice y base agudos a obtusos. Características especiales: Sus flores abren al anochecer.

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

Nombre científico: ***Petiveria alliacea L.***

Nombre común: zorrillo silvestre



Hábito y forma de vida: Hierba perenne, erecta, tornándose leñosa hacia la base. Tamaño: De hasta 1.5 m de alto. Hojas: Alternas, de hasta 20 cm de largo y hasta 8 cm de ancho, elípticas a obovadas, puntiagudas, haciéndose angostas hacia la base. Inflorescencia: Racimos de hasta 25 cm de largo, ubicados hacia las puntas de las ramas, con las flores muy pequeñas y separadas entre sí. Flores: Como en estas flores no se distingue cáliz de corola, se dice que presenta un perianto de 4 tépalos de hasta 4.5 cm de largo, blancos; estambres generalmente 8, los filamentos rosados; ovario súpero. Frutos y semillas: El fruto es seco, angosto y alargado, acompañado de los tépalos que se endurecen como espinas. Los frutos giran completamente quedando pegados al eje del racimo, pero apuntando hacia abajo. Características especiales: Posee un fuerte olor a ajo o a zorrillo.

Nombre científico: ***Salvia tiliifolia Vahl***

Nombre común: Chía cimarrona



Hábito y forma de vida: Planta herbácea, generalmente anual. Tamaño: De 20 cm a 1.5 m de alto. Tallo: Con pelos dirigidos hacia atrás o a menudo sin pelos. Hojas: Con pecíolos de 0.5 a 5 cm de largo, sin pelos o con pelos esparcidos hacia el ápice; láminas foliares orbicular-ovadas, de 1 a 5 cm de largo y de ancho, agudas en el ápice, truncadas a cuneadas y con frecuencia oblicuas en la base, membranáceas, sin pelos o a veces con pocos en ambas caras, a menudo con un ribete de pelos a lo largo del margen hacia la base; brácteas lanceolado-ovadas, de 3 a 5 mm de largo, de 0.8 a 1.5 mm de ancho, acuminadas, con pocos pelos a lo largo del margen y sobre la quilla en el dorso. Flores: Flores con corola azul, de ± 5.5 mm (tubo de ± 4 mm) de largo, de ± 0.5 mm de ancho,

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

labio superior de ± 1.5 mm de largo, el inferior de ± 2.2 mm de largo y de ancho; anteras de ± 0.9 mm de largo, conectivos de ± 2 mm de largo; estilo de ± 5.6 mm de largo, sin pelos. Frutos y semillas: Fruto de 4 nuececillas. Semilla elíptica de 1.3 a 1.6 mm de ancho y de 0.8 a 1.1 mm de ancho, comprimida, café grisáceo o gris con manchas oscuras, superficie lustrosa y lisa. Plántulas: Hipocótilo cilíndrico de hasta 25 mm. Cotiledones de lámina ovada deprimida a casi triangular de 3 a 4 mm de ancho y 6 a 7.5 mm de largo, sin pelos. Epicótilo breve, cuadrangular, de 1 a 3 mm de largo. Hojas opuestas. Características especiales: Planta olorosa.

Nombre científico: ***Simsia amplexicaulis (Cav.) Pers.***

Nombre común: Acahualillo



Hábito y forma de vida: Hierba anual, erecta o ramificada. Tamaño: De 10 cm hasta 2.5 m. Tallo: A veces purpúreo, glanduloso-pubescente o híspido con pelos de hasta 3 mm de largo. Hojas: Inferiores opuestas, las superiores alternas. Ovadas, deltoides y lanceoladas en el mismo individuo, frecuentemente trilobadas de cierto nivel para arriba, de 12 cm de ancho por 20 cm de largo, sésiles o con pecíolos de hasta 6 cm de largo, que pueden ser angostos, o bien, alados y a menudo dilatados en la base, ápice agudo, margen crenado a aserrado, base cuneada a cordada, pelos aplicados y tuberculados en la base. Inflorescencia: Cabezuelas generalmente agrupadas en panículas bracteadas, sobre pedúnculos de hasta 12 cm de largo, con pubescencia análoga a la del tallo. Cabezuela/Flores: Cabezuelas con involucro campanulado, de 8 a 10 mm de alto, sus brácteas 20 a 40, en dos series, de tamaño subigual, linear-lanceoladas a oblongas, acuminadas en el ápice, híspidas a glanduloso-pubescentes; paleas de 8 a 9 mm de largo; flores liguladas de 8 a 12, amarillas a anaranjadas, sus láminas

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

de 9 a 20 mm de largo, de elípticas a obovadas; flores del disco 30 a 60, sus corolas amarillas, de 5 a 6 mm de largo, pubérulas al menos en el tubo. Frutos y semillas: Aquenios obovados, de 3 a 5 mm de largo, negros abigarrados, cubiertos de pubescencia aplicada, con una cara convexa y otra cóncava o plana, en cada cara presentan una costilla; vilano de dos aristas caedizas de 2 a 5 mm de largo. Plántulas: Hipocótilo de hasta 65 mm, con o sin pelos, rojo claro a oscuro; epicótilo de hasta 20 mm, con pelos; cotiledones elipsoidales, ovales u oblongos, de 3 a 8 mm de largo y 2 a 5 mm de ancho, sin pelos; hojas opuestas, aovadas, de 2 a 12 mm de largo y 2 a 6.5 mm de ancho, con pelos en ambas superficies, pecíolo de 1 a 5 mm de longitud (Espinosa y Sarukhán, 1997).

Nombre científico: ***Verbesina encelioides (Cav.) Benth. & Hook. f. ex A. Gray***

Nombre común: Hediondilla



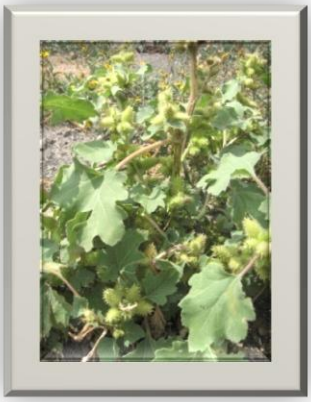
Hábito y forma de vida: Planta herbácea anual. Tamaño: De 0.2 a 1.3 m de alto. Tallo: Cuando la planta está bien desarrollada, el tallo se ramifica hacia la parte superior, con pelos blancos a grisáceos recostados sobre la superficie. Hojas: Angosta o anchamente triangulares, generalmente con el margen aserrado, de 2.5 a 9 cm de largo, con pelos blancos a grisáceos en la cara inferior, las hojas inferiores opuestas y las superiores alternas, sobre pecíolos con alas anchas o angostas y que a veces presentan unos lóbulos en la base. Inflorescencia: Cabezuelas grandes, sobre pedúnculos de hasta 10 cm de largo, ubicadas en la punta de los tallos. Cabezuela/Flores: Cabezuela: es una inflorescencia formada por pequeñas flores sésiles dispuestas sobre un receptáculo cónico a convexo, provisto en su superficie de brácteas (páleas) que abrazan las flores del disco; el conjunto de flores está rodeado por fuera por brácteas dispuestas en 2 series y que constituyen el involucro, éste es campanulado a casi hemisférico, las brácteas son lanceoladas a

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

lanceolado-oblongas, con pelillos recostados, las exteriores a veces ligeramente más largas que las interiores. Se presentan flores de dos tipos: flores liguladas 8 a 15, femeninas, a veces estériles, ubicadas en la periferia de la cabezuela, la corola amarilla, se parece al pétalo de una flor sencilla, con el ápice 3 dentado; flores del disco numerosas, hermafroditas, ubicadas en la parte central, la corola es un tubo que hacia el ápice se ensancha ("garganta") y se divide en 5 lóbulos; estambres alternos con los lóbulos de la corola, filamentos libres y no sobrepasan el tubo de la corola, anteras soldadas entre sí formando un tubo alrededor del estilo; ovario ínfero. Frutos y semillas: El fruto es un aquenio, con una sola semilla, fuertemente comprimido, márgenes claramente alados, cubierto de pelillos, en el ápice del fruto se presenta una estructura llamada vilano que consiste en 2 puntas rígidas y erectas. Raíz: Pivotante.

Nombre científico: ***Xanthium strumarium L.***

Nombre común: Cadillo



Hábito y forma de vida: Hierba anual, por lo general robusta. Tallo: Áspero a casi sin pelos, a menudo con líneas moradas. Hojas: Sobre pecíolos de hasta 15 cm de largo, escábridos, láminas anchamente ovadas a triangular-ovadas, hasta de 14 cm de largo y 18 cm de ancho, a menudo 3 a 5-lobadas, ápice agudo a obtuso, margen tosca e irregularmente crenado, base acorazonada a cuneada, trinervadas, ásperas en ambas caras. Inflorescencia: Cabezuelas masculinas formando racimos en forma de espiga en el ápice de las ramas y en las axilas de las hojas. Cabezuelas femeninas una o pocas en la base de las inflorescencias masculinas. Cabezuelas/Flores: Cabezuelas masculinas subglobosas, de 5 a 8 mm de diámetro, involucro de ± 8 brácteas linear-lanceoladas, de 2 a 3 mm de largo, receptáculo cilíndrico, provisto de páleas similares a las brácteas

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

involucrales, flores ± 40 sus corolas de ± 2 mm de largo, anteras largamente salientes, de ± 1.5 mm de largo. Frutos y semillas: El fruto es un aquenio alargado de 1 a 1.5 cm de largo, aplanado y de color café, contenido por el involucro espinoso.

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

METODOS DE CONTROL DE MALEZA

Los diferentes tipos de control de maleza pueden ser agrupados en cinco métodos generales:

Control preventivo
Se refiere a las medidas tomadas para impedir la introducción, establecimiento y desarrollo de maleza en áreas no infestadas. Estas medidas incluyen: el uso de semilla certificada libre de semilla u órganos de reproducción vegetativa de maleza, la eliminación de maleza en canales de riego y caminos, la limpieza del equipo agrícola usado en áreas infestadas y el no permitir el acceso de ganado de zonas con altas poblaciones de maleza a áreas libres. Otras medidas preventivas incluyen la siembra en terreno libre de maleza y el control de maleza antes de su floración para impedir que se incremente el banco de semillas de maleza en el suelo. El control legal es un control preventivo a escala regional o nacional apoyado en leyes adecuadas para lograr su objetivo.

Control cultural
Incluye prácticas de manejo como la selección y rotación de cultivos, sistema y fecha de siembra entre otras, que promueven un mejor desarrollo del cultivo para hacerlo más competitivo hacia la maleza. Una medida básica para el manejo de maleza es el establecimiento de una población adecuada de plantas cultivadas. Las áreas del terreno con una baja población de plantas cultivadas son más susceptibles de infestarse con maleza. La siembra de maíz, sorgo y frijol en surcos estrechos de 35 a 70 cm promueve que el cultivo sea más competitivo con la maleza al "cerrar" más rápidamente los surcos, sombrear el terreno e impedir el establecimiento de nuevas poblaciones de maleza. Sin embargo, este método de siembra requiere su integración al uso de herbicidas al no ser posible el paso de escardas (Elmore *et al*., 1990). La rotación de cultivos es vital para impedir la selección de especies de maleza difíciles de controlar en la soya, además de rotar el uso de herbicidas y evitar el desarrollo de resistencia a herbicidas en la maleza (Buhler, 1995). Dentro del control cultural de maleza también se puede incluir el uso de cultivos de cobertura viva, los cuales crecen asociados a un cultivo que es económicamente más importante. Dentro de las ventajas de este tipo de sistemas de cultivo se incluyen, además del control de maleza, la reducción de la erosión, la estabilización de la materia orgánica del suelo, el mejoramiento de la estructura del suelo y la reducción de su compactación (Radosevich *et al*., 1997).

Control mecánico
Se refiere a las prácticas de control de maleza basadas en el uso de la fuerza física. El control mecánico incluye los deshierbes manuales e incluso el uso del fuego. En sistemas de labranza convencional el control mecánico de maleza incluye la labranza primaria o preparación del terreno mediante arado, subsuelo y rastra, y la labranza secundaria como la siembra y el paso de escardas (Buhler, 1998). Además el sistema de siembra en húmedo o a "tierra venida" elimina la primera generación de maleza y permite establecer los cultivos en suelo sin maleza. Posteriormente el paso de escardas con cultivadora rotativa ("lilliston") o de picos ("sweeps"), elimina a la maleza a la vez que ayuda al "aporque" del cultivo y facilita la conducción del agua de riego. El número y época de las escardas depende de factores como presencia de maleza, humedad del suelo y disponibilidad de equipo. El paso de dos escardas o cultivos a los 15 a 20 días y 25 a 35 después de la emergencia de los cultivos es una práctica común (Reddy *et al*., 1999; Esqueda *et al*., 1997). Es importante señalar que el control de maleza entre los surcos por medio de escardas es eficiente si se lleva a cabo oportunamente. No obstante, la maleza que se establece en la hilera de plantas del cultivo sólo puede ser controlada en sus primeras etapas de desarrollo por medio de escardas con cultivadoras rotativas al cubrirlas con suelo. En sistemas de labranza de conservación, la labranza primaria es limitada o bien sustituida por la aplicación de

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

herbicidas. Sin embargo, el paso de escardas puede efectuarse con cultivadoras de picos que arrancan la maleza sin disturbar los residuos de cosecha que cubren el suelo. El uso de cultivadoras rotativas en labranza de conservación es limitado por los residuos de plantas en la superficie del suelo (Buhler, 1995; 1998).

Control químico

Se efectúa por medio del uso de productos químicos comúnmente llamados herbicidas que aplicados en la época y dosis adecuadas, inhiben el desarrollo o matan a las plantas indeseables. El uso de herbicidas debe efectuarse sólo cuando los otros métodos de control no son factibles de utilizarse o cuando su uso representa una ventaja económica para el productor. En la actualidad los herbicidas constituyen la herramienta más efectiva en programas de control de maleza (Reedy *et al*., 1999). El control químico requiere de conocimientos técnicos para la elección y aplicación eficiente y oportuna de un herbicida (Rosales *et al*., 2002). El control químico tiene ventajas importantes sobre los otros métodos de control de maleza: oportunidad en el control maleza, pues la elimina antes de su emergencia o en sus primeras etapas de desarrollo; amplio espectro de control; control de maleza perenne; control residual de la maleza. El uso inapropiado de los herbicidas representa algunos riesgos a la agricultura. Sin embargo, todos estos daños son posibles de evitar con una buena selección y aplicación de estos productos y con el conocimiento de sus características específicas (Rosales *et al*., 2002). Algunos de los posibles riesgos por el uso inadecuado de herbicidas son: daños al cultivo en explotación por dosis excesiva o a cultivos vecinos por acarreo del herbicida; daños a cultivos sembrados en rotación por residuos de herbicidas en el suelo; cambios en el tipo de maleza por usar continuamente un herbicida; desarrollo de resistencia de malezas a herbicidas.

En Estados Unidos en la actualidad existen alrededor de 200 ingredientes activos utilizados en la fabricación de aproximadamente 800 herbicidas comerciales (Vencill, 2002). En México, existe n 65 ingredientes activos en alrededor de 300 herbicidas comerciales (Anónimo, 2007). La presentación comercial de un herbicida consiste del ingrediente activo en un porcentaje conocido en formulaciones sólidas o en gramos por litro en formulaciones líquidas, además de un material inerte o disolvente y en algunas ocasiones emulsificantes y coadyuvantes. Es importante conocer el ingrediente activo de un herbicida, ya que puede presentarse en forma comercial con varios nombres, tal es el caso del glifosato que se comercializa con nombres como Faena, Glyfos, Cufosato, Líder y otros.

EPOCA DE APLICACION DE HERBICIDAS

Los herbicidas también pueden agruparse de acuerdo a su época de aplicación basada en el estado de desarrollo del cultivo y/o maleza. A continuación se discuten las diferentes épocas de aplicación de herbicidas (Reedy *et al*., 1999).

Herbicidas de presiembra foliares

Son herbicidas que se aplican antes de la siembra de los cultivos para eliminar a la vegetación existente. El glifosato y el paraquat son los herbicidas comúnmente aplicados en esta época. Estos herbicidas no son selectivos y no dejan residuos en el suelo, lo que hace posible su uso sin afectar a los cultivos sembrados posteriormente. El paraquat es un herbicida de contacto, usado para el control de maleza anual y glifosato es sistémico, por lo que es usado para el control de maleza anual y perenne.

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

Herbicidas de presiembra al suelo
Estos herbicidas son aplicados antes de la siembra del cultivo y generalmente requieren incorporación mecánica al suelo para situarse en los primeros 5 a 10 cm de profundidad y evitar su degradación por la luz o su volatilización. Normalmente, estos herbicidas tienen poca solubilidad en agua, por lo que la lluvia o riegos no los lixivian o mueven en el suelo. Este tipo de herbicidas afecta a las semillas de maleza al germinar o emerger sin afectar al cultivo, el cual debe ser sembrado por debajo de la capa de suelo donde se sitúa la mayor concentración del herbicida. La incorporación mecánica de los herbicidas se realiza por medio de un paso de rastra de discos o cultivadora rotativa y se logra una mejor distribución de los productos en suelo seco. Un buen ejemplo de este tipo de herbicidas son trifluralina y pendimetalina de amplio uso en soya (Reedy *et al.* 1999).

Herbicidas pre-emergentes
Son los herbicidas que se aplican después de la siembra, pero antes de que emerjan la maleza y la soya. Los herbicidas pre-emergentes requieren de un riego o precipitación en los primeros 10 días después de su aplicación para situarse en los primeros 5 cm de profundidad del suelo, donde germina la mayor parte de la semilla de maleza. Este tipo de herbicidas elimina a las malas hierbas en germinación o recién emergidas, lo que evita la competencia temprana con el cultivo. Los herbicidas pre-emergentes presentan una gran interacción con algunas características del suelo como son: textura, pH y materia orgánica que pueden afectar la cantidad de herbicida disponible en el suelo para controlar la maleza. Por lo general la dosis de este tipo de herbicidas se ajusta según el tipo de suelo, contenido de materia orgánica y pH del suelo, requiriendo una mayor dosis en suelos arcillosos y con alto contenido de materia orgánica y menor dosis en suelos alcalinos (Anderson, 1996). La elección de los herbicidas preemergentes depende de las especies de maleza observadas en ciclos anteriores, de las características del suelo y la rotación de cultivos. Es común el uso de mezclas de herbicidas pre-emergentes para ampliar su espectro de control.

Herbicidas post-emergentes
Si la maleza se presenta cuando los cultivos ya están establecidos es común que se requiera la aplicación de herbicidas post-emergentes (POST) para eliminarla y evitar su competencia y producción de nuevas semillas. Es importante señalar que en la mayoría de los casos, la aplicación de herbicidas POST debe realizarse sobre maleza en sus primeros estados de desarrollo (2 a 4 hojas) cuando es más susceptible a los herbicidas y su competencia es mínima. Los herbicidas POST pueden ser más económicos para el productor al utilizarse sólo donde se presenta la maleza. La actividad de los herbicidas POST depende de factores como su grupo químico, especies de malezas presentes y condiciones de clima como velocidad del viento, temperatura del aire, humedad relativa y presencia de lluvia. Estos factores influyen para obtener un cubrimiento uniforme de la aspersión sobre la maleza y su posterior absorción. El cubrimiento adecuado de la maleza es más crítico con el uso de herbicidas POST de contacto que con los de acción sistémica. Las condiciones óptimas para lograr un buen control de maleza con los herbicidas POST son: maleza en sus primeras etapas de desarrollo y en crecimiento activo, temperatura del aire de 20 a 30º C, humedad relativa mayor de 60%, buena humedad del suelo y ausencia de rocío sobre la maleza y ausencia de lluvias por 4 a 6 horas después de la aplicación (Buhler, 1998).

Para el manejo de malezas en la región agrícola de Chihuahua en la que se siembra maíz, la aparición más abundante de malas hierbas ocurre de los 30-40 días después de la emergencia del maíz que, al no eliminarlas oportunamente, disminuyen el rendimiento del cultivo en función de la especie, población y demora en control.

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

Para la región agrícola de Chihuahua, el Campo experimental Río Bravo del INIFAP recomendó los siguientes tratamientos:

Tabla 19 Manejo de malezas en la Zona Agrícola de Chihuahua

(Adaptada de: Campo Experimental INIFAP-CIRNE, 2009)

Control de malezas	Descripción	Ingrediente Activo	Categoría toxicológica
PAQUETE TECNOLOGICO PARA MAIZ DE RIEGO CICLO AGRÍCOLA PRIMAVERA-VERANO			
Hoja ancha	Aplicar a razón de 17 g. i.a/ha en pre-emergencia	Prosulfuron	Ligeramente tóxico
	Aplicar a razón de 720 g. i.a/ha en post-emergencia	2,4-D Amina	Moderadamente tóxico
PAQUETE TECNOLOGICO PARA MAIZ DE RIEGO CICLO AGRÍCOLA OTOÑO INVIERNO			
Gramíneas	Aplicar 1 kg/ha de Atrazina después de la última escarda y de uno a ocho días antes del 1er. riego de auxilio. Si se tienen problemas con zacates (Johnson) aplicar 2.5 lt/ha de Pendimetalin, junto con la atrazina	Atrazina	Ligeramente tóxico
		Pendimetalin	Moderadamente tóxico

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

VII. Número de autorización expedida por SALUD cuando el OGM tenga finalidades de salud pública o se destine a la biorremediación. En caso de no contar con la autorización al momento de presentar la solicitud de permiso, el promovente podrá presentarla posteriormente anexa a un escrito libre, en el que se indique el número de autorización

Este numeral aplica a aquellos OGM cuya finalidad son de salud pública o biorremediación, por lo que en estricto sentido este requisito NO APLICA para la presente solicitud, sin embargo Syngenta desea exponer que el maíz con la tecnología MON-ØØØ21-9 cuenta con la Autorización Sanitaria (carta de no inconveniente de comercialización) expedida por la Secretaría de Salud, a través de la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios con fecha del 24 de mayo de 2002[1].

VIII. La propuesta de vigencia para el permiso y los elementos empleados para determinarla

Se propone que la vigencia del permiso solicitado sea por un año, iniciando en el ciclo PV-2012 para llevar a cabo la siembra en los sitios propuesto en el Estado de Chihuahua, contemplando actividades desde la importación de la semilla hasta la destrucción del producto de la cosecha, disposición final de los productos del ensayo (incluyendo el transporte interestatal si fuera necesario) y monitoreo poscosecha. En Chihuahua se siembra entre Marzo y Abril, si las condiciones así lo permiten, para cosecharse cuando el grano alcance del 18 al 22 % de humedad la que se da por los meses de Septiembre y Octubre [2], sin embargo se debe contemplar los factores abióticos para que la siembra se pueda dar en la época usual.

Mantenimiento de registros

Los datos presentados, copia de esta solicitud y otros registros relevantes de soporte a esta solicitud de permiso de liberación en fase experimental son archivados y mantenidos acorde a estándares de operación en Syngenta Agro, México y Syngenta Biotechnology, Inc. en Research Triangle Park, NC 27709-2257, USA.

[1] Visitar: http://www.cofepris.gob.mx/wb/cfp/organismos_geneticamente_modificados

[2] Visitar: http://www.inifapcirne.gob.mx/Biblioteca/Paquetes/110.pdf

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

Referencias bibliográficas

1. Aragón Cuevas, F. *et al*. 2006. Actualización de la información sobre los maíces criollos de Oaxaca. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. CS002 México D. F. http://www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/resultados/InfCS002.pdf (accesado el 15/04/2009).
2. Australia New Zealand Food Authority (ANZFA, 2000). Draft Risk Analysis Report Application A362. Food derived from glyphosate-tolerant corn line GA21.
3. Aylor, D. E. Settling speed of corn (*Zea mays*) pollen. J. Aerosol Sci. 2002, 33, 1601-1607.
4. Bakan B., Melcion D., Richard-Molard D. and Cahagnier B. 2002 Fungal growth and Fusarium mycotoxin content in isogenic traditional maize and genetically modified maize grown in France and Spain. J Agric Food Chem 50(4): 728–731.
5. Balcázar Lara M.A. 1999. Catalogación de la colección de mariposas diurnas del Instituto de Biología de la UNAM. Departamento de Zoología, IBUNAM Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto J 83. México, D.F. Consultado: 29/06/2009
6. Bannert M., Stamp P. 2007. Cross-pollination of maize at long distance. Europ. J. Agronomy 27 (2007) 44–51.
7. Barnes, E. (2005). GA21-0104: Single Dose Oral Toxicity Study in the Mouse. CTL/AM7513/Regulatory Report.
8. Bevan, M., Barnes, W., M., Chilton, M.-D. 1983. Structure and transcription of the nopaline synthase gene región of T-DNA. Nucl. Acid. Res. 11:369-385.
9. Bourguet, D., Chaufaux, J., Micoud, A., Delos, M., Naibo, B., Bombarde, F., Marque, G., Eychenne, N. and Pagliari, C., 2002. Ostrinia nubilalis parasitism and the field abundance of non-target insects in transgenic Bacillus thuringiensis corn (Zea mays). Environ. Biosafety Res. 1, pp. 49–60
10. Bourguet D., Chaufaux J., Séguin M., Buisson C., Hinton J. L., Stodola T. J., Porter P., Cronholm G.. Buschman L.L, Andow D. A.. 2003. Frequency of alleles conferring resistance to Bt maize in French and US corn belt populations of the European corn borer, Ostrinia nubilalis. Theor Appl Genet (2003) 106:1225–1233
11. Brusca, R.C. y Brusca, G.J. 2002. Invertebrates. 2da Edición. Sinauer Associates,Inc., E.U.A, p. 600
12. Centro de Inventigaciòn Regional del Noroeste. Campo Experimental Rio Bravo.2009. Guía para la asistencia técnica agropecuaria para el área de influencia del Campo Experimental Río Bravo. INIFAP-CIRNE. Disponible en: http://www.inifapcirne.gob.mx
13. Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte (CCA), 2006. Ecorregiones terrestres mapa y datos geográficos - Atlas Ambiental de América del Norte. Disponible en: http://www.cec.org/naatlas/maps/index.cfm?catId=7&mapId=15&varlan=espanol (accesado 15/06/2009).
14. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), 2008. Cobertura de las 166 Áreas Naturales Protegidas Federales. Disponible en: http://www.conanp.gob.mx/sig/informacion/info.htm (accesado 09/02/09).
15. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), (1999). Cartografía: "Uso de suelo y vegetación modificado por CONABIO". Escala 1: 1000000. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Ciudad de México, México. Disponible en: http://conabioweb.conabio.gob.mx/metacarto/metadatos.pl (accesado 27/03/2009).
16. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio), (2004a). "Regiones Terrestres Prioritarias". Escala 1:1000000. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

Biodiversidad. Ciudad de México, México Disponible en: http://conabioweb.conabio.gob.mx/metacarto/metadatos.pl (accesado 27/03/2009).
17. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, CONABIO (2004b). "Mapa base del estado de Tamaulipas". Escala de impresión 1: 1 850000 . Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Ciudad de México, México. Disponible en: http://conabioweb.conabio.gob.mx/metacarto/metadatos.pl (accesado 27/03/2009).
18. Comisión Nacional para el Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2006. Documento base sobre centros de origen y diversidad en el caso de maíz en México. Elementos para la determinación de centros de origen y centros de diversidad genética en general y el caso específico de la liberación experimental de maíz transgénico al medio ambiente en México. 33 pp. http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/bioseguridad/doctos/Doc_CdeOCdeDG.pdf (accesado 09/02/2009)
19. Comisión Nacional para el Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), The Nature Conservancy – Programa México (TNC), Pronatura. 2007. "Sitios prioritarios terrestres para la conservación de la biodiversidad".Escala 1: 1000000. D.F., México.Disponible en: http://conabioweb.conabio.gob.mx/metacarto/metadatos.pl (accesado 27/03/2009).
20. Depicker, A., Stachel, S., Dhaese, P. Zambryski, P. & Goodman, H.M. (1982). Nopaline synthase: transcript mapping and DNA sequence. Journal of Molecular and Applied Genetics 1:561-573.
21. Devos Yann, Matty Demont, Koen Dillen, Dirk Reheul, Matthias Kaiser and Olivier Sanvido. (2009). Coexistence of genetically modified (GM) and non-GM crops in the European Union. A review. Agronomy for Sustainable Development. 29, 11-30.
22. Doebley J., Stec A., Wendel J. and Edwards M. 1990. Genetic and morphological analysis of a maize-teosinte F2 population: Implication for the origin of maize. PNAS. Vol. 87, pp 9888-9892. December 1990.
23. Doebley J. The genetics of maize evolution. Annu. Rev. Genet. 2004. 38:37–59
24. EFSA (2005) Opinion of the Scientific Panel on Genetically Modified Organisms on applications (references EFSA-GMO-UK-2005-19 and EFSA-GMO-RX-GA21) for the placing on the market of glyphosate-tolerant genetically modified maize GA21, for food and feed uses, import and processing and for renewal of the authorisation of maize GA21 as existing product, both under Regulation (EC) No 1829/2003 from Syngenta Seeds S.A.S. on behalf of Syngenta Crop Protection AG, The EFSA Journal (2007) 541, 1-25. En línea: http://www.gmo-compass.org/pdf/regulation/maize/GA21_maize_opinion_efsa_import.pdf (accesado 29/07/2009).
25. Ellstrand N. C., Garner L. C., Hegde S., Guadagnuolo R. and Blancas L. 2007. Spontaneous Hybridization between Maize and Teosinte. Journal of Heredity 2007:98(2):183–187.
26. Evans M.M.S., Kermicle J.L. 2001 Teosinte crossing barrier1, a locus governing hybridization of teosinte with maize.Theor Appl Genet (2001) 103:259–265
27. Evans H F. 2002. Environmental Impact of Bt Exudates from Roots of Genetically Modified Plants. Final Report. DEFRA Research Contract EPG 1/5/156. http://randd.defra.gov.uk/Document.aspx?Document=CB02007_2735_FRP.pdf
28. ESRI, 2008. Cartografía: "Áreas urbanas de México". Source 1: Proyecto México Información Cartográfica Digital (SIGSA). Escala1: 400000. Datos al 2007.
29. Farinós G, Poza M, Hernández-Crespo P, Ortego F, Castañera P (2004). Resistance monitoring of field populations of the corn borers Sesamia nonagrioides and Ostrinia nubilalis after 5 years of Bt maize cultivation in Spain. Entomologia Experimentalis et Applicata 110: 23-30.

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

30. Feil, B. and Schmid, J. E. 2002.Dispersal of maize, wheat and rye pollen. A contribution to determining the necessary isolation distances for the cultivation of transgenic crops; Shaker Verlag: Aachen, Germany.
31. Firbank L. G., Heard M. S., Woiwod I. P., Hawes C., Haughton A. J., Champion G. T., Scott R. J., Hill M. O., Dewar A. M., Squire G. R., May M. J., Brooks D. R., Bohan D. A., Daniels R. E., Osborne J. L., Roy D. B., Black H. I. J., Rothery P. and Perry J. N. 2003. An introduction to the Farm-Scale Evaluations of genetically modified herbicide-tolerant crops. J. of App. Ecology 2003 40, 2–16
32. Food and Agriculture Organization (FAO) 2003. Año Internacional del Arroz. Documento de Base. Documento en línea. http://www.fao.org/rice2004/es/f-sheet/concept.pdf (accesado 28/07/2009).
33. Franck, A., Guilley, H., Jonard, G., Richards, K., Hirth, L. 1980 Nucleotide sequence of cauliflower mosaic virus DNA. Cell 21:285-294
34. Freeling, M., Bennet, D.C.1985. Maize AdhI. Ann. Rev. Genet. 19:297-323
35. Gardner, R.C., Howarth, A.J., Hahn, P., Brown-Luedi, M., Sheperd, R.J., Messing, J. 1981. The complete nucleotide sequence of an infectious clone of cauliflower mosaic virus by M13mp7 shotgun sequencing. Nucl. Acid Res. 9:2871-2888
36. Graser, G. (2005). In vitro Digestibility of Double-Mutated Maize 5-Enol Pyruvylshikimate-3-Phosphate Synthase (mepsps) Test Substances GA21-0104 and IAPGA21-0105 Under Simulated Mammalian Gastric Conditions. Report No. SSB-007-05 A1
37. Goggi S.A., Caragea P., Lopez-Sanchez H., Westgate M., Arritt R., Clark C. 2006. Statistical analysis of outcrossing between adjacent maize grain production fields. Field Crops Research 99 (2006) 147–157.
38. Halsey M. E., Remund K. M., Davis C. A., Qualls M., Eppard P. J., and. Berberich S. A. 2005 Isolation of Maize from Pollen-Mediated Gene Flow by Time and Distance. Crop Sci. 45:2172–2185
39. Harlan J.R. 1971. Agricultural Origins: Centers and Non Centers. Science Vol. 174. Num. 29. Pg 468-474
40. Harper, B. (2007). Double Mutated Maize 5-Enol Pyruvylshikimate-3-Phosphate Synthase (mepsps) Enzyme as Expressed in Event GA21 Maize: Assessment of Amino Acid Sequence Homology with Known Allergens. Report Number: SSB-164-07
41. Harper, B. (2008a). Double Mutated Maize 5-Enol Pyruvylshikimate-3-Phosphate Synthase (mepsps) Enzyme as Expressed in Event GA21 Maize: Assessment of Amino Acid Sequence Homology with Known Toxins. Report Number: SSB-165-07
42. Hartkamp, A.D., J.W. White, A. Rodríguez Aguilar, M. Bänziger, G. Srinivasan, G. Granados, and J. Crossa. 2000. Maize Production Environments Revisited: A GIS-based Approach. Mexico, D.F.: CIMMYT.
43. Hernández M., Duplan M-N, Berthier G., Vaitilingom M., Hauser W., Freyer R., Pla M. and Bertheau Y. Development and comparison of four RTi-PCR systems for specific detection and quantification of *Zea mays* L. J. Agric. Food Chem. 2004. 52: 4632-4637.
44. Hérouet C.,. Esdaile D.J., Mallyon B. A., Debruyne E., Schulz A., Currier T., Hendrickx K., Jan van der Klis R., Rouan D. 2005. Safety evaluation of the phosphinothricin acetyltransferase proteins encoded by the pat and bar sequences that confer tolerance to glufosinate-ammonium herbicide in transgenic plants. Regulatory Toxicology and Pharmacology 41 (2005) 134–149.
45. Hill, K. (2005). Quantification of mepsps (Double Mutated Maize 5-Enol Pyruvylshikimate-3-Phosphate Synthase) Protein in Wet- and Dry-Milled Fractions, Corn Oil and Corn Chips from Event GA21 Maize Grain. Report No. SSB-019-05.
46. Ingram J. 2000. Report on the separation distances required to ensure cross-pollination is below specified limits in non-seed crops of sugar beet, maize and oilseed rape. National Institute of

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

Agricultural Botany. Report prepared for Ministry of Agriculture, Fisheries and Food Project No: RG0123
47. Ireland D. S., Wilson D. O. Jr., Westgate M. E., Burris J. S., and Lauer M. J. 2006. Managing Reproductive Isolation in Hybrid Seed Corn Production. Crop Sci. 46:1445–1455 (2006).
48. Jarosz N., Loubet B., Durand B., McCartney H. A., Foueillassar X., Huber L. 2003. Field measurements of airborne concentration and deposition of maize pollen. Agric. For. Meteorol., 119,37-51.
49. Johnson K. L., Raybould A. F., Hudson M. D. and Poppy G. M. 2006. How does scientific risk assessment of GM crops fit within the wider risk analysis? TRENDS in Plant Science Vol.12 No.1. Pg 1-5
50. Kermicle J.L., 2006 A Selfish Gene Governing Pollen-Pistil Compatibility Confers Reproductive Isolation Between Maize Relatives. Genetics 172: 499–506 (January 2006).
51. Kjellson G and Strandberg M., 2001. Monitoring and Surveillance of Genetically Modified Higher Plants, Birkhäuser Verlag, Germany (2001).
52. Kramer, C. (2005). Effect of temperature on the stability of Double-Mutated Maize 5-Enol Pyruvylshikimate-3-Phosphate Synthase (mepsps) Enzyme. Report No. SSB-016-05.
53. Kramer, C. & De Fontes, J. (2005). Compositional Analysis of Grain and Forage from Maize Event GA21 Expressing a Double Mutated Maize 5-Enol Pyruvylshikimate-3-Phosphate Synthase (mepsps ". Report No. SSB-126-05
54. Langhof M., Hommel B., Hüsken A., Schiemann J., Wehling P., Wilhelm R. and Rühl G. 2008 Coexistence in Maize: Do Nonmaize Buffer Zones Reduce Gene Flow between Maize Fields? Crop Sci 48:305-316 (2008)
55. Lebrun, M., Leroux, B. & Sailland, A. (1996) Chimeric gene for the transformation of plants. U.S. patent number 5,510,471.
56. Lebrun, M., Sailland, A., Freyssinet, G. & Degryse, E. (2003) Mutated 5-enoylpyruvylshikimate-3-phosphate synthase, gene coding for said protein and transformed plants containing said gene. Bayer CropScience S.A. (Lyons, FR) Patent # 6,566,587.
57. Lentini Z., Díaz A.L., Quintero M., Burbano E., Silva G., Bolaños E. Valoración en campo del flujo de genes entre híbridos comerciales de maíz (*Zea mays*). Tomo I. 15-29 p. En: Hodson de Jaramillo, E. y Carrizosa P., M.S. (comp.). 2007. Desarrollo de capacidades para evaluación y gestión de riesgos y monitoreo de organismos genéticamente modificados (OGM). Tomo I. Resultados de proyectos específicos. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D.C. Colombia. 99 p.
58. Loria R.,. Bukhalid R. A., Fry B. A.,. King R. R. 1997. Plant Pathogenicity in the Genus *Streptomyces. Plant Disease Vol* 81 No. 8: 836-846 (Aug. 1997).
59. Luna S. V., Figueroa J. M., Baltazar B. M., Gomez L R., Townsend R., and Schoper J. B. 2001. Maize Pollen Longevity and Distance Isolation Requirements for Effective Pollen Control. Crop Sci. 41:1551–1557.
60. Mascarenhas, D., Mettler, I.J., Pierce, D.A., Lowe, H.W. 1990. Intron-mediated enhancement of heterologous gene expression in maize. Plant Mol. Biol. 15:913-920
61. Matsuoka Y., Vigouroux Y., Goodman M. M., Sanchez G. J., Buckler E. and Doebley J. A single domestication for maize shown by multilocus microsatellite genotyping PNAS vol. 99 no. 9, pag. 6080–6084
62. McElroy, D., Zhang, W., Cao, J. & Wu, R. (1990). Isolation of an efficient actin promoter for use in rice transformation. Plant Cell, 2 (2): 163-171.
63. Melé, E., Messeguer, J., Bénétrix, F., Bloc, D., Foueillassar, X., Fabié, A. and Poeydomenge, C. (2004) Genetically modified maize: pollen movement and crop coexistence. PG Economics 2004.

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

64. Messeguer, J., Ballester J., Peñas, G. Olivar, J., Alcalde E. and Melé E., (2003) Evaluation of gene flow in a commercial field of maize IRTA. Servei de Producció Agrícola. 1st European Conference on the Co-existence of Genetically Modified Crops with Conventional and Organic Crops.
65. Messeguer, J., Peñas G., Ballester J., Bas M., Serra J., Salvia J., Palaudelmàs M., and Melé E. 2006. Pollen-mediated gene flow in maize in real situations of coexistence. Plant Biotechnol. J. 4:633–645.
66. Monsanto Company and DEKALB Genetics. 1997. Petition for determination of nonregulated status. RoundUp Ready Corn line GA21. En línea: http://www.agbios.com/docroot/decdocs/04-225-008.pdf
67. Motavalli P. P., Kremer R. J., Fang M., and Means N. E. 2004. Impact of Genetically Modified Crops and Their Management on Soil Microbially Mediated Plant Nutrient Transformations. J. Environ. Qual. 33:816–824 (2004).
68. Munkvold, G.P. and Hellmich, R.L. 1999. Comparison of fumonisin concentrations in kernels of transgenic Bt maize hybrids and nontransgenic hybrids. Plant Disease, Vol. 83, No. 2, pp.130–138
69. Musser F. R. and Shelton A. M. 2003c Predation of *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: Crambidae) Eggs in Sweet Corn by Generalist Predators and the Impact of Alternative Foods. Environmental Entomology 32(5):1131-1138. 2003
70. Niebur, W. S., (1993) Maize. *In:* Traditional crop breeding practicies: an historical review to serve as a baseline for assessing the role of modern biotechnology. OECD pp 113-121. http://www.oecd.org/dataoecd/57/48/1946204.pdf
71. OECD, 1999. Consensus document on general information concerning the genes and their enzymes that confer tolerance to glyphosate herbicide. Series on Harmonization of Regulatory Oversight in Biotechnology No. 10Paris, France: Joint Meeting of the Chemicals Committee and the Working Party on Chemicals, Pesticides and Biotechnology, Environment Directorate, Organisation for Economic Co-operation and Development. 26 pp. http://www.olis.oecd.org/olis/1999doc.nsf/LinkTo/NT00002B02/$FILE/04E94445.PDF (accesado 27/05/2009)
72. OECD. 2003. *Consensus Document On The Biology Of Zea mays Subsp. mays (Maize).* Series on Harmonisation of Regulatory Oversight in Biotechnology, No. 27. Paris, France: Joint Meeting of the Chemicals Committee and the Working Party on Chemicals, Pesticides and Biotechnology, Environment Directorate, Organisation for Economic Co-operation and Development. 49 pp. http://www.olis.oecd.org/olis/2003doc.nsf/LinkTo/NT0000426E/$FILE/JT00147699.PDF (accesado 03/03/2009).
73. OGTR. 2008. The Biology of *Zea mays* L. spp. *mays* (maize or corn). 81 pp. Office of the Gene Technology Regulator. Australian Government. http://www.ogtr.gov.au/internet/ogtr/publishing.nsf/Content/riskassessments-1 (accesado 05/03/2009).
74. Olzewski, N.E. Martin, F.B.; Ausubel, F.M. 1988. Specialized binary vector for plant transformación: Expression of the *Arabidopsis thaliana* AHAS gene in *Nicotiana tabacum*. Nucleic Acid Res. 16:10765-10782
75. Padgette SR, Re DB, Gasser CS, Eichholtz DA, Frazier RB, Hironaka CM, Levine EB, Shah, DM Fraley RT and Kishore GM. 1991. Site-directed mutagenesis of a conserved region of the 5-enolpyruvylshikimate-3-phosphate synthase active site. J. Biol. Chem., Vol. 266, Issue 33, 22364-22369, Nov, 1991
76. Paliwal R. L., Gonzalo Granados G., Lafitte 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#toc (accesado 06/03/2009).

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

77. Pietrzak, M. Shilito, R.D., Hohn, T., Potrykus, I. 1986. "Expression in plants of two bacterial antibiotic resistance genes after protoplast transformation with a new plant expression vector". Nucleic Acid Res.14:5857-5862
78. Piperno D. R. and Flannery K. V. 2001. The earliest archaeological maize (Zea mays L.) from highland Mexico: New accelerator mass spectrometry dates and their implications. PNAS vol. 98, no. 4, 2101–2103
79. Piperno D. R., Ranere A. J., Holst I., Iriarte J. and Dickau R. 2009. Starch grain and phytolith evidence for early ninth millennium B.P. maize from the Central Balsas River Valley, Mexico. PNAS vol. 106, no. 13, pag. 5019–5024.
80. Raynor, G. S., Ogden, E. C., Hayes, J. V. Dispersion and deposition of corn pollen from experimental sources. Agron. J. 1972, 64, 420-427.
81. Riesgo Laura, Areal Francisco J, Sanvido Olivier y Rodríguez-Cerezo Emilio. (2010). Distances needed to limit cross-fertilization between GM and conventional maize in Europe. Nature Biotechnology. Volume 28, Number 8, 780-782.
82. Sánchez-González J.J., Kato-Yamamake, A., Aguilar San Miguel M., Hernández Casillas J.M., López-Rodríguez A. y Ruiz-Corral J.A. 1998. Distribución y Caracterización del Teocinte. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Campo de Investigación del Pacífico Centro. 149 pp.
83. Sánchez- González J.J. and Ruiz Corral J.A. 1997. Teosinte Distribution in Mexico. *In:* Gene Flow Among Maize, Landraces, Improved Maize Varieties, and Teosinte: Implications for Transgenic Maize. Eds: Serratos, J.A., M.C. Willcox, and F. Castillo-González . Mexico, D.F. CIMMYT.
84. Sanvido O., Stark M., Romeis J. and Bigler F. 2006. Ecological impacts of genetically modified crops Experiences from ten years of experimental field research and commercial cultivation. Agroscope Reckenholz-Tänikon Research Station ART.
85. Sanvido O., Widmer F., Winzeler M., Streit B., Szerencsits E. and Bigler F. 2008 Definition and feasibility of isolation distances for transgenic maize cultivation. Transgenic Res 17:317–335
86. Sauthier M. A. y Castaño F. D. 2004. Dispersión del polen en un cultivo de maíz. Ciencia, Docencia y Tecnología Nº 29, Año XV, noviembre de 2004 (229-246).
87. Schoelz J., Shepherd R. J., and Daubert S. 1986. Region VI of Cauliflower Mosaic Virus Encodes a Host Range Determinant. Molecular and Cel. Biology, Jul.1986, Vol. 6, No. 7 p. 2632-2637.
88. Short, J.M., Fernandez, J.M., Sorge, J.A. & Huse, W.D. (1988). λ ZAP: a bacteriophage λ expression vector with in vivo excision properties. Nucleic acids Res., 16:7583-7600
89. Sistema de Información de Organismos Vivos Modificados (SIOVM) [en línea]. México, D.F. Proyecto GEF- CIBIOGEM /CONABIO. Fecha de actualización 19/12/2008.. Disponible en web: http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/bioseguridad/doctos/consulta_SIOVM.html Fecha de consulta: 23/03/2009
90. Sjoblad, RD., McClintock, JT. & Engler, R. (1992). Toxicological considerations for protein components of biological pesticide products. Regul. Toxicol. Pharmacol. 15(1): 3-9
91. Spencer, TM., Mumm, R, Gwyn, J, McElroy D & Stephens, M. (1998). Glyphosate resistant maize lines. Patent application WO 9844140, published 8 October 1998 (pages 75-77).
92. Steinrucken H.C. & Amrhein, N (1980). The herbicide glyphosate is a potent inhibitor of 5-enolpyruvyl-shikimic acid-3-phosphate synthase. Biochem. Biophys. Res. Commun. 94: 1207-1212.
93. Stevens W. E., Berberich S. A., Sheckell P. A., Wiltse C. C., Halsey M. E., Horak M. J., and Dunn D. J. 2004. Optimizing Pollen Confinement in Maize Grown for Regulated Products. Crop Sci. 44:2146–2153
94. Strauch, E, Wohlleben, W., Pühler, A. 1988. Cloning of a phosphinotricin N-acetyl transferase gene from *Streptomyces viridochromogenes* Tü494 and its expression in *Streptomyces lividans* and *Escherichia coli*. Gene 63:65-77

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.

95. Tropicos 2009 *Tropicos.org.* Missouri Botanical Garden. 10 Feb 2009 http://www.tropicos.org
96. Turrent A., y Serratos A. 2004. Context and Background on Maíze and its Wild Relatives in Mexico. Chap. 1 *In* : Maíze and Biodiversity: The Effects of Transgenic Maíze in Mexico. Article 13 Initative on Maíze and Biodiversity. Ed: José Sarukhán (lead) and Peter Raven. Secretariat of the Commission for Environmental Cooperation of North America. 55 pp. http://www.cec.org/files/PDF//Maize-Biodiversity-Chapter1_en.pdf (accesado 03/03/2009).
97. Vigouroux Y., Glaubitz J. C., Matsuoka Y., Goodman M. M., Sánchez Jesús G., and Doebley J. 2008. Population structure and genetic diversity of new world maize races assessed by dna microsatellites. American Journal of Botany 95(10): 1240–1253. 2008.
98. Vollbrecht E. and Sigmon B. 2005 Amazing grass: developmental genetics of maize domestication Biochemical Society Transactions (2005) Volume 33, part 6
99. Wehrmann A., Van Vliet A., Opsomer C., Bottrmann J., Schulz A. 1996. The similarities of bar and pat gene products make them equally applicable for plant engineers. Nature Biotechnology 14:1274-1278
100. Weekes R., Allnutt T., Boffey C., Morgan S., Bilton M., Daniels R. and Henry C. 2007. A study of crop-to-crop gene flow using farm scale sites of fodder maize (Zea mays L.) in the UK. Transgenic Res 16:203–211
101. Wohlleben, W., Arnold, W., Broer, I., Hilleman, D., Strauch, E., Pühler, A. 1988. Nucleotide sequence of the phosphinotricin-N-acetyltransferase gene from *Streptomyces viridochromogenes* Tü494 and its expression in Nicotiana tabacum. Gene 70:25-38
102. Yanisch-Perron C, Vieira J, Messing J (1985) Improved M13 phage cloning vectors and host strains: nucleotide sequences of the M13mpl8 and pUC19 vectors. Gene 33:103 119

© 2011 Syngenta Agro S.A. de C.V. y Syngenta Seeds, Inc. Todos los derechos reservados.