

# Para los productores maiceros de México ¿un maíz transgénico?

Yolanda Castañeda Zavala<sup>1</sup>

***Resumen.** En México, el principal cultivo en la alimentación es el maíz, no obstante, el sector maicero se encuentra inmerso en una crisis por diversas causas, entre éstas se encuentra el retiro de apoyos por parte del Estado y problemas agronómicos como plagas que son las causantes de pérdidas considerables del grano. En diversos países, la importancia que tiene el maíz ha llevado al uso de la ingeniería genética, creando un maíz (Bt) resistente a insectos. El maíz transgénico ha despertado controversia por su utilización, al existir incertidumbre sobre su impacto en la salud humana y el medio ambiente. En cambio los defensores de la tecnología consideran que es una alternativa para reducir el uso de insecticidas y disminuir los costos de producción. En la actualidad, el maíz Bt no se ha probado en México por la falta de implementación del levantamiento de la moratoria establecida en 1998 y levantada en 2003, sin embargo, esta situación puede cambiar y podría ser autorizado su cultivo durante 2010. Por este motivo, el presente artículo aborda la situación que prevalece en tres estados maiceros en donde las plagas tienen un impacto en la producción, también trata la manera en que los productores enfrentan a los insectos que atacan al maíz y las ventajas o desventajas de un maíz Bt.*

<sup>1</sup> Profesora-investigadora, Departamento de Sociología, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, correo electrónico: ycz@correo.azc.uam.mx

**Palabras claves:** Organismo genéticamente modificado, Maíz, Plaga, Bt.

**Abstract.** Mexico's main crop for feeding purposes is corn. Nevertheless, the corn sector is in a middle of a crisis due to many reasons, among them the lack of the State's aid and agronomic problems such as plagues that cause considerable loss of grain. Given the importance of corn in many countries, genetic engineering has been used to create a Bt corn, which is resistant to insects. Transgenic corn has caused a lot of controversy because there is uncertainty over its impact in human health and environment. On the other hand, people who defend technology consider that transgenic corn is an alternative to reduce the use of insecticides and diminish production costs. Today, Bt corn cannot be tested in Mexico by the missing implementation of the raising of the moratorium established in 1998 and raised in 2003. However, this situation can change and its cultivation might be authorized during 2010. For this reason, this article approaches, the situation that prevails in three corn states where plagues have an impact on production, the way producers face plagues which attack corn, as well as the advantages and disadvantages of Bt corn.

**Keywords:** Genetically modified organism, ,maize, plague, bt.

**Résumé:** Au Mexique, la culture alimentaire principale est le maïs. Cependant, ce secteur est pris dans une crise aux causes multiples. Entre toutes, le retrait d'appuis de la part de l'Etat et des problèmes agronomiques comme certains fléaux sont la cause de pertes considérables de semences. Dans plusieurs pays, l'importance du maïs a mené à l'utilisation de l'ingénierie génétique pour créer une variété Bt résistante aux insectes. La possible utilisation de ce maïs transgénique a levé des controverses; il existe des incertitudes quant à son impact sur la santé humaine et l'environnement. En revanche, les défenseurs de la technologie considèrent qu'il s'agit d'une alternative pour réduire l'usage des insecticides et diminuer les coûts de production. Dans l'actualité, le maïs Bt n'a pas été essayé à cause du manque de promotion de la levée du moratoire établi en 1998 et levé en 2003. Cependant cette situation peut chan-

*ger et la culture pourrait être autorisée en 2010. Pour cette raison, cet article aborde la situation présente dans trois États producteurs de maïs, où les fléaux ont un impact sur la production. Il analyse la manière qu'ont les producteurs d'affronter les insectes qui attaquent le maïs et les avantages ou inconvénients d'un maïs Bt.*

**Mots-clés:** *organisme génétiquement modifié, maïs, fléaux, Bt.*

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la producción de semillas resulta esencial para la alimentación del mundo; una de las más importantes es la de maíz debido a que éste puede utilizarse en diversas formas. El maíz se cultiva en aproximadamente 134 países. La producción en las naciones desarrolladas se destina principalmente a la alimentación animal o a fines industriales; en otros países, como México, es fundamental para el consumo humano.

La producción de maíz, al igual que otros cultivos, ha requerido de insumos químicos para mejorar sus rendimientos, su fertilidad o para combatir plagas.

El uso indebido de los productos químicos ha contaminado el ambiente e incluso, en los países menos desarrollados, los campesinos han sufrido intoxicaciones crónicas, sobre todo aquellos de escasos recursos que usan esos productos sin un conocimiento técnico. La contaminación de los suelos ha alentado la búsqueda de nuevas formas para incrementar los rendimientos que resulten menos agresivos con el medio o no tóxicas para la salud humana y animal. Es aquí donde la biotecnología moderna viene a cumplir un papel.

La importancia que tiene el maíz en diversos países llevó al uso de nuevas tecnologías. En la década de los años setenta y ochenta, los avances de la ingeniería genética permitieron incorporar genes de dife-

rentes organismos a las plantas para que desarrollaran toxinas, con lo que comenzó una nueva etapa en la lucha contra las plagas agrícolas. De esta manera surgió el maíz transgénico, resistente a insectos debido a la incorporación del gen de una bacteria denominada *Bacillus thuringiensis* (Bt),<sup>2</sup> pero que ha suscitado grandes debates sobre sus riesgos y beneficios.

En México no podía autorizarse la liberación del maíz Bt al ambiente de manera experimental, debido a una moratoria establecida de 1998 a 2003, y después de esto a la falta de la implementación de la Ley de Bioseguridad y su Reglamento; sin embargo, esta situación está cambiando ante la probable autorización de pruebas a partir del 2009,<sup>3</sup> siendo posible, a mediano plazo, su autorización a nivel comercial. En vista de la importancia que para la alimentación de los mexicanos tiene esta planta, y del hecho de que México es centro de origen del maíz, es relevante evaluar las posibles repercusiones socioeconómicas del cultivo de dicho grano.

Por tal motivo, el presente artículo pretende evaluar cuáles son las ventajas y desventajas de la introducción de un maíz Bt en México. Se analiza la situación de tres entidades productoras del grano: cómo enfrentan los agricultores el problema de plagas y cuál podría ser el papel de un maíz genéticamente modificado resistente a insectos.

<sup>2</sup> Contiene un gen de la bacteria del suelo llamada *Bacillus thuringiensis*. En la década de los ochenta los científicos lograron aislar las proteínas cristalinas de la bacteria del Bt que son venenosas para los insectos, pues destruyen su aparato intestinal. Una vez aislado el gen se introduce en la cadena de ADN del maíz (Wheelwright, 2001).

<sup>3</sup> El 6 de marzo de 2009, en el Diario Oficial de la Federación se publicaron modificaciones a la *Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados*. El propósito es permitir el inicio de experimentos con maíz genéticamente modificado para evaluar los efectos de estas plantas en el medio ambiente y su productividad en México.

## METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Para esta investigación,<sup>4</sup> se decidió seleccionar entre los estados de la República Mexicana que destacan por su producción de maíz y los que tienen una mayor incidencia de plagas en ese cultivo. De esa manera, durante 2002, se eligieron los principales municipios maiceros de los estados de Jalisco, Sinaloa y Veracruz; se aplicaron entrevistas a actores claves: investigadores del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) y del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (Cinvestav), funcionarios de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa) representantes de la empresa Monsanto y productores maiceros.

Cabe aclarar que los datos que se proporcionan sobre costos de producción y precio del maíz fueron proporcionados durante el trabajo de campo realizado durante el periodo de 2002.

## LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ EN MÉXICO

A pesar de que el maíz se cultiva en la mayoría de los estados de la República, la producción no basta para cubrir las necesidades de la sociedad en relación con su demanda industrial y para el consumo en diferentes formas. Durante las últimas décadas se observa un incremento mínimo en su producción. De esta manera, entre los años 1995 y 2002 (periodo de

<sup>4</sup> Para la realización del trabajo de campo se contó con el apoyo de la Fundación Rockefeller, la cual respaldó el proyecto "Identificación y evaluación de los parámetros sociales, biotecnológicos y de biodiversidad para establecer una estrategia segura antes de liberar maíz genéticamente mejorado en comunidades rurales de México", coordinado por el Dr. Ariel Álvarez Morales.

la investigación de campo), la superficie cosechada de maíz decreció en 11.2%, pero el incremento en la productividad fue de 5.1% en el mismo periodo (Ochoa y Ortega, 2003).

A partir de 1994, la demanda ha sido superior a 20 millones de toneladas sin que se logre satisfacerla. Por tal motivo, el gobierno ha recurrido de manera frecuente a las importaciones, las cuales mantuvieron un promedio de 5 millones de toneladas. Para el año 2007, las importaciones han observado una tendencia creciente, México importó 7954 729 de toneladas. La producción anual es de 20 millones de toneladas y la demanda total de maíz está llegando a los 30 millones de toneladas. El destino del maíz cumple un doble propósito: primero, satisfacer el consumo humano, cerca de 10 millones de toneladas de maíz blanco; segundo, con el resto del maíz se cubren las necesidades del sector pecuario y la industria (<http://www.siap.gob.mx>).

Los principales estados productores de esta gramínea son: Sinaloa, Jalisco, Edo. de México, Michoacán, Chiapas, Guanajuato, Guerrero, Veracruz y Puebla. En estas entidades hay una gran variedad de maíces y su producción depende de distintos factores ambientales, socioeconómicos y de manejo. En ciertas regiones la producción se realiza con alta tecnología y con fines industriales y comerciales, mientras que en otras zonas el cultivo se lleva a cabo con tecnología tradicional y su fin es el autoconsumo.

Uno de los problemas agronómicos en el proceso del cultivo son las plagas que cada año afectan el desarrollo de la planta. En este escenario, se estima que las pérdidas por el embate de las plagas del maíz:

(...) podrían ascender a 5.2 millones de toneladas, con un valor de 600 millones de dólares anuales. Sería importante, entonces, que los centros de investigación concentren sus esfuerzos en identificar opciones para controlar plagas específicas en el medio ambiente así como de malezas, en especial de las zonas centro y sureste del país. Lograrlo puede significar ganancias en la productividad por hectárea entre 10 y 12% en promedio, en el primer año de aplicación (Bosch, 2003: 50).

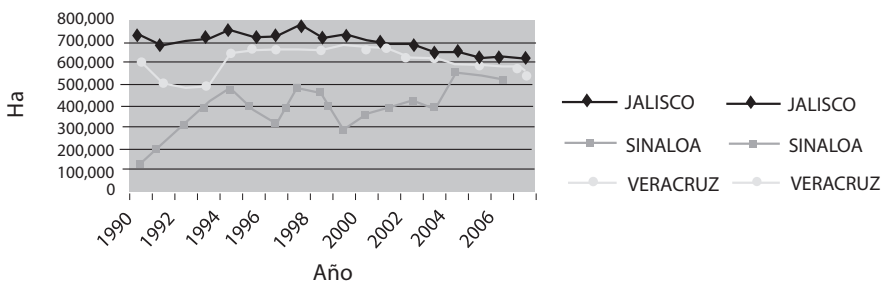
En escala nacional no existe una investigación exhaustiva sobre las repercusiones de plagas en la producción del maíz. Sin embargo, los estudios realizados por instituciones públicas señalan la existencia de más de 30 insectos que pueden afectar al grano.

De esta manera, para escoger las regiones de estudio se tomó el criterio de identificar aquellas entidades que fueran prioritariamente maiceras y, donde el cultivo estuviera más expuesto al problema de plagas. Jalisco, Sinaloa y Veracruz cubren los criterios anteriores, pero por las dimensiones de los estados, se investigaron sólo los principales municipios maiceros.

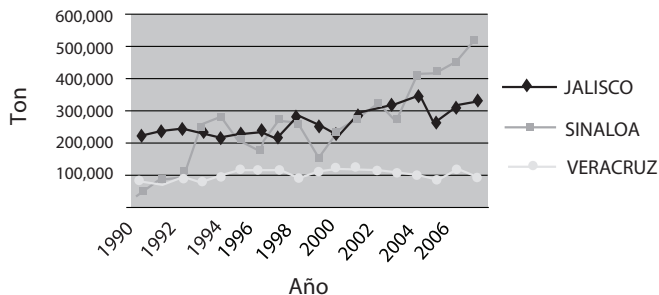
## PRINCIPALES ZONAS MAICERAS EN JALISCO, SINALOA Y VERACRUZ

En las tres entidades, la diferencia en el manejo del cultivo, los apoyos que se otorgan y el tipo de semilla utilizada han afectado de manera importante los rendimientos en la producción del maíz; en algunos casos la disminución de la superficie sembrada no representa un menor rendimiento. En especial, cabe señalar que en el estado de Sinaloa se obtiene mayor volumen de producción con una superficie menor que la de Jalisco y Veracruz como se aprecia en las siguientes gráficas 1 y 2.

**Gráfica 1. Superficie sembrada, Jalisco, Sinaloa y Veracruz 1990-2006**



**Gráfica 2. Volumen de producción, Jalisco, Sinaloa y Veracruz, 1990-2006**



Fuente: Elaboración a partir de las estadísticas de Sagarpa y SIAP, 1991-2008.

A continuación, se especifican los diversos aspectos de la producción de maíz en cada uno de los estados mencionados.

## Estado de Jalisco

Jalisco, uno de los principales productores nacionales de maíz, destina una parte importante de su territorio al cultivo de este grano. En el periodo 1990-2007, la producción de maíz se desarrolló de manera importante; en la gráfica 1 se observa cómo la superficie sembrada disminuyó, en cambio, el volumen de producción aumenta debido al manejo que se lleva a cabo en el cultivo,<sup>5</sup> lo cual permite incrementar los rendimientos por hectárea.<sup>6</sup>

<sup>5</sup> En la entidad se continúa utilizando el paquete tecnológico de la Revolución Verde y se comienza a impulsar una nueva técnica para tratar la tierra, con la cual se espera recuperar la materia orgánica que se ha perdido durante décadas. Los investigadores del Campo Experimental del Centro de Jalisco del INIFAP consideran que el sistema de labranza de conservación ayuda a mantener el suelo así como la humedad. Estos beneficios repercuten en los costos de producción porque éstos se reducen en 20% (Valdez, entrevista personal, 2002).

<sup>6</sup> Sagarpa informa que en 1990 se tenía un rendimiento de 2.61 ton/ha y en 2001 aumentó a 3.78 ton/ha en promedio.



En la entidad se cultivan dos tipos de maíz: el blanco, para consumo humano, y el forrajero. El maíz como alimento es el más importante por la superficie cultivada. En el lapso del periodo de estudio 1999-2002 más de 60 municipios se dedicaron a producirlo. Cabe destacar que 94.75% de la producción se realiza en tierras de temporal, y sólo 5.9% en unidades de producción con riego (Sagarpa, 1991-2002; trabajo de campo, 2002).

En Jalisco el mayor potencial se encuentra en la zona subtropical, con una altitud de 1200 a 1850 m s.n.m. (Valdez; Chuela, entrevistas personales, 2002). Sin embargo, investigaciones llevadas a cabo en las regiones centro, centro-occidente y centro-norte del subtrópico del país informan que la producción está limitada por problemas abióticos, bióticos y de manejo de cultivo, entre otros. Los problemas abióticos más importantes son la disponibilidad de humedad y calidad de la tierra. En las zonas de riego y buen temporal los problemas bióticos más importantes son: las plagas y las enfermedades. Cuando no se controlan las plagas de la raíz y/o del follaje se tienen pérdidas promedio en el rendimiento del grano de 970 y 476 kg por hectárea, respectivamente; aun cuando el control de insectos es redituable, es necesario valorar el impacto ambiental, es decir, la relación beneficio/riesgo, aspecto que no se ha realizado en la región (Ramírez, 2002).

Resulta conveniente destacar que no existen estudios que esclarezcan la preponderancia de las razas de maíz en la entidad. Investigadores del INIFAP consideran que los productores utilizan 60% de maíces criollos y 40% de híbridos. Fidel Márquez (Centro Regional Universitario de Occidente, Guadalajara, Universidad Autónoma Chapingo, especialista en el tema) opinó que 60% o la mitad de la superficie dedicada al cultivo del maíz se siembra con semilla híbrida –no se tienen datos al respecto que lo fundamenten, ya que en Jalisco se introdujo el maíz híbrido desde los años cincuenta (Márquez, entrevista personal, 2002). Además, es necesario mencionar que en la región se encuentra uno de los parientes silvestres del maíz, el teocintle (*Zea mays* con varias subespecies como *diploperennis* y *perennis*), cuya importancia para los fitomejoradores es fundamental en el

estudio del maíz, ya que existe una corriente que considera que es uno de los ancestros del grano (Sánchez y Ruiz, 1995; Sánchez *et al.*, 1998).

En el estado hay tres regiones agrícolas: Ciénega de Chapala, Región del Valle y Sur de Jalisco, en las cuales también se ubican las principales zonas maiceras.

En los municipios de La Barca y Poncitlán de la Ciénega de Chapala; Teuchitlán, Cocula y Etzatlán de la Región del Valle; y Tuxpan del Sur de Jalisco, los productores cultivan prioritariamente maíces híbridos y en menor proporción maíz nativo.<sup>7</sup> Esto no siempre fue así, ya que hasta la década de los años noventa se llevó a cabo la reconversión del cultivo, se reemplazó el sorgo por maíz. Como la semilla criolla no era suficiente, las empresas transnacionales introdujeron los maíces híbridos. La presencia de las empresas Pioneer, Asgrow, Dekalb, Hartz Zeed y otras han acaparado el mercado en la región, de tal forma que se cultiva en 100% con semilla híbrida. Para el agricultor es común cambiar la simiente cada dos o tres años, además el programa del gobierno de “Kilo por Kilo”<sup>8</sup> y el Programa de Apoyos Directos al Campo (Procampo) por parte del Gobierno de México aceleraron el proceso de cambio.

Hace más de diez años los rendimientos en la zona eran de 3.5 ton/ha. En la actualidad el uso de la semilla híbrida, el establecimiento del sistema de labranza de conservación, el cultivo con sembradoras de precisión –en algunas zonas– y el uso de insumos químicos están permitiendo que los rendimientos aumenten a 5.5 ton/ha en promedio, pero algunas parcelas logran de ocho a diez ton/hectárea.

<sup>7</sup> Para algunos especialistas como el Dr. Kato no es preciso utilizar el término criollo o razas criollas porque “el maíz no es una planta foránea a nuestro país como el nombre criollo lo implica. En México no hay maíz criollo porque es nativo al territorio” (2009: 17-18).

<sup>8</sup> El programa se diseñó para intercambiar un kilo de semilla nativa por un kilo de semilla híbrida; sin embargo, en la realidad no se dio; el productor sólo recibía la semilla mejorada a un precio menor que en el mercado.

Los costos de producción en la región varían de \$6 500.00 a \$7 000.00 por hectárea. La compra del grano en la Central de Acopio, en 2002, fue de \$1 200.00 a \$1 300.00 la tonelada. Cuando el productor obtiene una producción promedio y se paga por ello lo mínimo en el mercado, sólo logra una ganancia de \$100.00. De esta manera, el mecanismo para que el productor consiga ganancias cuando el precio permanece constante y los costos de producción aumentan, sólo funciona si se incrementan los rendimientos por hectárea y/o se encuentran nuevas alternativas de producción para reducir el costo de los insumos.

## Estado de Sinaloa

Sinaloa se ha caracterizado por la diversidad de productos que pueden sembrarse en su territorio. Antes de la década de los noventa había más de 35 cultivos, entre los que destacaban soya, algodón, cártamo y sorgo. Posteriormente, al comenzar la reconversión agrícola, éstos decrecieron debido a la caída de su precio. En cambio, se incrementó la siembra de hortalizas y maíz.

En términos generales se cultivaron durante el periodo 2002-2007, cerca de 500 000 hectáreas de maíz ([www.siap.gob.mx](http://www.siap.gob.mx)), con un promedio de 15 hectáreas por productor y se calcula que hay unos 20 000 productores del grano en todo el estado. La Sagarpa considera que 70% son pequeños productores y los demás son medianos y grandes (Rivera, entrevista personal, 2002).

En el periodo 1999-2000 se sembró 27.9% de la superficie apta de la entidad, con lo que el maíz se convirtió en el primer cultivo del estado (INEGI, 1991-2001). A partir del año 2004, esta entidad ha conservado el primer lugar en volúmenes de producción (gráfica 1).

Los municipios productores de maíz en el estado son: Los Mochis, Culiacán, Guasave, Guamuchil, Cruz y Mazatlán, regiones que cuentan con riego y temporal, aunque destaca el primer sistema con 274 383 hectáreas y el temporal con 81 976 hectáreas. En la entidad se siembra

tan sólo maíz grano, por lo cual se infiere que se destina para consumo humano e industrial.

Cabe destacar que Sinaloa no era una región con tradición maicera, fue a partir de los apoyos que se brindan al cultivo y la existencia de un mercado seguro que se convirtió en uno de los principales estados productores de maíz mediante el uso de alta tecnología, lo que ha permitido no sólo incrementar su producción y los rendimientos por hectárea, sino aumentar de manera considerable la superficie sembrada (gráfica 1). El rendimiento de maíz supera las 7 ton/ha, aunque dependiendo de la región y el manejo del cultivo este promedio puede ser mayor.

En el centro y norte de Sinaloa se encuentran las superficies más productivas. Los municipios de Culiacán, Navolato, Guasave y Ahome se distinguen por ser zonas maiceras de alta tecnología. Los productores obtienen altos rendimientos de maíz híbrido que oscilan entre 8.5 a 12 ton/ha. Además, cuentan con terrenos de muy diferentes dimensiones, pues van de 5 a 200 o 300 hectáreas. El costo promedio de producción en esta región, durante el 2002, se encontraba entre los \$9000.00 a \$13000.00 por hectárea.

En el mercado, la tonelada de maíz se vendió en \$1 150.00. El productor de maíz cuenta con dos tipos de apoyos por parte del gobierno: el Procampo y el de Apoyo a la Comercialización. Éstos no llegan siempre a tiempo (Gastélum Bon, entrevista personal, 2002). Otro beneficio que se ofrece al productor es el almacenamiento; el gobierno del estado les proporciona a los productores bodegas y transporte.

En general, los productores llevan a cabo un buen manejo del cultivo, lo que se refleja en los rendimientos; sin embargo, no existe ningún estudio que indique cuántos productores utilizan alta tecnología (Wong, entrevista personal, 2002). El productor de Sinaloa se identifica por ser innovador en el uso de la tecnología y por pagar el costo de ello, si a cambio recibe un incremento en su producción y mayores beneficios.

La mayoría de los productores maiceros realizan las labores agrícolas mecanizadas, desde la siembra hasta la cosecha. Según la Sagarpa los productores pequeños, medianos y grandes cuentan con una capacidad

tecnológica que les permite un buen manejo de las semillas híbridas de alto rendimiento (Rivera, entrevista personal, 2002).

En cuanto a las nuevas alternativas tecnológicas, son pocos los productores que han incursionado en la labranza de conservación,<sup>9</sup> por diversas causas, entre éstas se encuentran la falta de maquinaria especializada (sembradoras de precisión), porque el agricultor considera que por encontrarse sus terrenos en planicies no se degradan y no hay necesidad de ello (Carrillo, entrevista personal, 2002).

En general, los productores utilizan semillas híbridas de las compañías Pioneer, Asgrow y Monsanto, aunque también cuentan con variedades del INIFAP.

El maíz sinaloense tiene un destino básicamente industrial para las empresas MASECA, Minsa, Kelloggs, así como alimento para ganado (Rivera, entrevista personal, 2002).

En la entidad hay tres campos experimentales del INIFAP para evaluar las variedades híbridas que llegan de los campos experimentales de Jalisco, Sonora y Guerrero; por ejemplo, en 2002, se realizaban pruebas con dos tipos de maíces híbridos H438 y H428, que podrían llegar a ser competitivos ante las empresas transnacionales, sin embargo, no se posee infraestructura para la reproducción de grandes volúmenes de semillas.

En general, los productores estiman que a pesar de una serie de problemas como: a) de rentabilidad, b) el precio del grano que es igual en todo el país y no se considera su calidad, c) los altos costos de

<sup>9</sup> Para Jorge Gastélum (entrevista personal, 2002), del Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología, el sistema de labranza de conservación se ha enfrentado a la resistencia del productor sinaloense porque éste tiene su propio método para tratar la tierra desde hace 25 años, y es difícil que cambie de opinión en tanto no se enfrente a graves problemas por la calidad de la tierra que lo lleven a la búsqueda de soluciones.

producción, y d) los problemas de insuficiencia de agua y del clima, el maíz es un cultivo con bajo riesgo de siniestro y que ofrece buenos rendimientos.

## Estado de Veracruz

En 2002, Veracruz se encontraba en el octavo lugar en la producción nacional de maíz y más de 40% de la superficie cultivada de todo el estado se dedicaba para la siembra del grano (Sagarpa, 2002). Sin embargo, a partir de 2004, la superficie sembrada ha descendido (gráfica 1) y la producción se ve afectada como se muestra en la gráfica 2.

Veracruz posee zonas que combinan la producción de maíz con cítricos o frijol, en este caso el rendimiento por hectárea es de 1.5 a 1.7 toneladas, pero cuando se produce sólo maíz se obtienen 2 ton/hectárea.

Existen 228 municipios dedicados a la producción del grano en zonas de temporal y riego. En el estado prevalecen dos tipos de maíz nativo el Cónico y el Tuxpeño, utilizados preferentemente por productores de la zona centro y norte del estado; en cambio, en la parte sur ha proliferado el cultivo de maíces mejorados.

En la entidad sobresalen dos regiones maiceras, la primera se ubica en el norte del estado, en donde los municipios Pánuco, Papantla, Tuxpan, Martínez de la Torre, Tempoal de Sánchez y Álamo se identifican por producir primordialmente maíces nativos de 180 a 190 días. Por el tipo de clima que predomina en la región es posible realizar dos cosechas por año.

La mayoría de los productores no utilizan ningún tipo de fertilizantes, utilizan herramientas tradicionales como el “espeque”<sup>10</sup> y obtie-

<sup>10</sup> En estas zonas es habitual utilizar herramientas como el “espeque”, es una herramienta que se elabora con madera de la región y termina en punta para abrir el suelo e introducir la semilla.

nen bajos rendimientos, entre 600 a 1 800 kg por hectárea. Los herbicidas casi no se aplican, a pesar de que existieron programas de la Secretaría de Agricultura para difundir su uso, pero para el productor significa un mayor costo de producción, por ello prefieren el uso de maquinaria o realizar la labor manualmente. Se utiliza el método de roza, tumba y quema. Los costos de producción varían: si se produce de manera mecanizada son de \$5 977.00 por hectárea; sin maquinaria disminuye de \$1 800.00 a \$2 360.00 la hectárea. En 2001, se comenzó a difundir la técnica de labranza de conservación, que el gobierno ha apoyado con sembradoras de precisión, mientras que las compañías que venden la maquinaria brindan asesorías.

La mayoría de los productores siembran semilla nativa porque la consideran de mejor calidad, sin embargo, por medio del programa “Kilo por Kilo” fue posible obtener grano híbrido. La semilla se conseguía con un subsidio de 90% (Calderón, entrevista personal, 2002).

El destino de la producción es el mercado local y para autoconsumo, ambos para la elaboración de tortillas. La comercialización de la cosecha se efectúa con intermediarios.

La segunda región maicera se encuentra en el sur de Veracruz, en los municipios de San Andrés Tuxtla, Acayucan y Soteapan, que al igual que otros municipios de la zona, se incorporaron a mediados de los noventa a un proceso de reconversión, al dejar de usar de manera prioritaria la semilla criolla<sup>11</sup> por híbridos que fueron distribuidos por las empresas comercializadoras y por el programa “Kilo por Kilo”. Este tipo de semilla duplica los rendimientos anteriores, al llegar a 4 o 6 ton/hectárea. Asimismo, se ha difundido la técnica de labranza de conservación (Tinoco, entrevista personal, 2002).

<sup>11</sup> En la zona sur de la región todavía es posible encontrar maíz nativo para el autoconsumo, como el grano rojo que se utiliza para producir pozol que es una masa fermentada.

El maíz se destina en 50% para comercializar y el otro 50% para autoconsumo. Como una medida para diversificar la producción y solventar el problema de los bajos precios del maíz en esta región se ha dado la proliferación de la ganadería. Se ha pasado, de la venta de los excedentes del maíz al consumo de este grano para el ganado. En esto, influye el bajo precio del grano, que incluso ya no se acepta en las tiendas para intercambio de otras mercancías.

Los costos de producción se encuentran entre \$2810.00 y \$3350.00 a partir de los insumos utilizados y del tipo de manejo que decida el agricultor emplear en el cultivo.

Los agricultores venden la cosecha a los intermediarios que lo comercializan en los molinos de nixtamal de la empresa MASECA, y se distribuye a los estados de Tabasco, Veracruz y el Estado de México.

Los productores tienen el apoyo de la Sociedad Social en Solidaridad, que los asiste en la compra de insumos más económicos y les ofrece plazos más largos de pago. Asimismo, el productor tiene el apoyo del Procampo, el programa "Kilo por Kilo" y recurren a la Comercializadora Veracruzana con la intención de conseguir mejor precio para el maíz.

En esta zona, los agricultores se preocupan por el bajo precio del maíz que se paga en el mercado, pero a pesar de ello el grano sigue siendo una parte importante del sustento de las familias. Ellos consideran que una solución al problema del precio sería aumentar el rendimiento y bajar los costos de producción, porque en esta región cuentan con una demanda segura para su producto.

## **LAS PLAGAS DEL MAÍZ EN JALISCO, SINALOA Y VERACRUZ**

En general, los productores de las tres entidades han encontrado la manera de combatir a las plagas del maíz, sin embargo, las técnicas utilizadas no siempre han sido las más convenientes, como es el caso del uso de insecticidas que ponen en peligro la fauna de la región y la salud humana.



Un problema detectado en la Ciénega de Chapala, Región del Valle y Sur de Jalisco son las plagas de la raíz, principalmente la gallina ciega y la diabrotica; también ha aumentado la presencia de los barrenadores del tallo, es decir, los lepidópteros como los picudos. Existe la presencia del gusano cogollero, pero no causa grandes daños como en el estado de Veracruz (Pérez, entrevista personal, 2002).

Los agricultores habitualmente protegen sus predios de las plagas con el uso de insecticidas, es común que apliquen como mínimo 20 kilos de insecticida por hectárea, sea necesario o no (Aguilar, entrevista personal, 2002). En los últimos años se ha promovido la técnica de labranza de conservación, la cual viene a crear un equilibrio en la parcela entre la planta y los insectos. El método permite que a mediano y largo plazos se regulen las poblaciones de insectos (Pérez, entrevista personal, 2002). Sin embargo, no es una técnica generalizada en la región.

Las condiciones climáticas hacen que los insectos se conviertan en plagas; por ejemplo, la sequía las promueve. La incidencia de éstas se combate, en el estado de Jalisco, con agroquímicos, pero su uso continuo genera resistencia en los insectos y por tanto, hay que cambiar de producto. Los investigadores consideran que existe la posibilidad de un aumento de insectos, pero no hay estudios que ofrezcan alguna evidencia. En condiciones de temporal, el clima cambia, y a pesar de aplicar insecticidas o herbicidas el producto no funciona de manera eficaz.

Cuando no se tiene un buen manejo de las plagas, las pérdidas son de importancia. Investigadores del INIFAP reportan que si una parcela tiene en promedio rendimientos de 7 toneladas por hectárea, se pueden tener pérdidas que van de 7 a 50% (Soltero, entrevista personal, 2002).

En la mayoría de los casos no pueden atribuirse las pérdidas que pueden ocasionar las plagas a un descuido del agricultor; ello se debe a que los cambios ambientales han afectado el comportamiento de los insectos. Tres años atrás, la diabrotica era la principal plaga en Jalisco, en la actualidad es la gallina ciega la que está siendo prioritaria. Los productores usan en más de una ocasión insecticida, aunque llegar a

cuatro aplicaciones del agroquímico se considera inadecuado. Ello se debe a la falta de asesoría técnica o en ocasiones a que estos productos son de mala calidad y no exterminan la plaga. Sin embargo, se siguen comercializando por la falta de una normatividad que obligue a las empresas a realizar las pruebas necesarias y suficientes en cada región; de ahí que no existan estudios sobre la eficacia biológica de estos agroquímicos.

En la zona de la Región del Valle, en donde se ubica el municipio de Ameca, se emplean insecticidas que en la Ciénega de Chapala están prohibidos, ya que contienen sustancias cloradas que desde los años setenta se intenta eliminar porque no son adecuadas para las plagas del maíz.

En el sur de Jalisco no se tienen estudios de plagas e insecticidas, por lo cual no se tienen antecedentes y llegan productos de mala calidad como el Lindano. En general, en la entidad se ha trabajado muy poco para conocer la toxicidad de los insumos agroquímicos. Es común que los productores apliquen al mismo tiempo el insecticida y el fertilizante sin ningún tipo de precaución, a pesar de ello, los centros de salud no reportan casos de muerte por envenenamiento. Los trabajadores no siguen las instrucciones de uso de este tipo de productos porque les parece poco práctico (Pérez, entrevista personal, 2002).

La asistencia técnica que se ofrece a los agricultores proviene de las empresas agroquímicas, y ello ha tenido una repercusión negativa porque se usan los insecticidas de manera inadecuada y excesiva, de tal forma, que los costos de producción se elevan, y al no existir estudios sobre los insectos en las diversas zonas no se puede comprobar la eficacia del producto.

Esta situación de mal uso de los insecticidas prosigue porque las compañías sólo responden a la lógica de los mayores beneficios, y no de resolver los problemas de los productores. Además, las instancias gubernamentales que deberían regular el uso de estos productos, no se centran en problemáticas específicas para elaborar una legislación que

obligue a la empresa a llevar a cabo estudios eficientes de factibilidad del producto, y su impacto en el medio ambiente y el ser humano, así como a evaluar la resistencia que adquiere el insecto en determinado tiempo de aplicarse el agroquímico.

En el estado de Sinaloa la plaga más importante es el gusano cogollero y de menor importancia el gusano trozador. Aquél, está presente de manera regular en los primeros 35 días de la siembra del grano, así como en la formación del elote.

Una de las medidas que utiliza el productor contra el ataque de insectos es proteger la semilla con insecticida antes de sembrarla. Los agricultores, en raras ocasiones, aplican productos químicos cuando ya se está desarrollando la mazorca. Con el tratamiento dado a la semilla, el cultivo se ve libre del ataque de insectos durante los primeros 35 días y sólo, si es necesario, se aplican después productos químicos. De no darse tratamiento a la semilla, el gusano cogollero provoca pérdidas de 10% en la producción. También existe fauna benéfica que tiene bajo control la plaga (Wong, entrevista personal, 2002).

A algunos productores sinaloenses les preocupa que a pesar de estar controladas las plagas con insecticidas, por no existir rotación de cultivos o no se deje descansar la tierra o que no existan periodos invernales con clima severo, los insectos adquieran resistencia a los agroquímicos (López Portillo, entrevista personal, 2002).

Otro problema generalizado en la mayoría de las entidades donde se produce maíz es el acame; en Sinaloa se ha superado a partir de las variedades de maíz que se cultivan y sólo se presentan casos aislados (Zamudio, entrevista personal, 2002).

En la zona sur del estado hay variedades de polinización libre o nativas de maíz en tierras de temporal. En estos lugares la semilla es resistente a la sequía y plagas, pero sus rendimientos son menores (Gas-télum; Wong, entrevistas personales, 2002).

En el caso del norte de Veracruz, los productores tienen pérdidas habituales de 15% por causa de los insectos; sólo los agricultores que

cuentan con recursos suficientes aplican de manera preventiva el insecticida, pero en general, sólo utilizan agroquímicos cuando se presenta la plaga.

En el Campo Experimental Ixtacuaco del INIFAP, en Veracruz, se tiene conocimiento de que el gusano cogollero es el principal insecto que ataca al maíz. Existen tres estrategias para controlarlo: con agroquímicos, que se aplican de manera preventiva; con la elaboración de sustancias como el Neem, una planta que se muele y produce un insecticida orgánico; y con el control biológico de plagas (Sandoval, entrevista personal, 2002).

En el sur de Veracruz, el Campo Experimental de Cotaxtla del INIFAP reporta la presencia de gusano cogollero a partir de que emerge la planta, así como doradilla, gusano elotero y falso gusano medidor. Cuando el suelo es arenoso se encuentra gusano de alambre y gallina ciega, insectos que son de cuidado porque de llegarse a propagar la producción de plantas baja 50 por ciento. En general se considera que las pérdidas a causa de las plagas son de 25 a 30 por ciento. En periodos de cosecha ya existe infestación a causa del gorgojo o palomilla que se desarrolla con mayor velocidad cuando el grano se encuentra almacenado (Palafox, entrevista personal, 2002).

El Campo Experimental ha promovido el control biológico de plagas, este sistema detiene el avance del gusano cogollero y elotero. El Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Veracruz creó el Centro Regional de Estudio y Reproducción de Organismos Benéficos, en donde se reproduce masivamente la avispa tricograma (*Trichogramma spp.*), un insecto benéfico que parasita los huevecillos de una gran diversidad de insectos plaga (particularmente lepidópteros). La liberación de la tricograma en el cultivo del maíz contribuye a disminuir las poblaciones de plagas y ayuda a reducir las aplicaciones de insecticidas. Sin embargo, la mayoría de los productores no han adoptado la técnica (Piedra, entrevista personal, 2002).

Los agricultores afirman que los maíces híbridos son más susceptibles al ataque de insectos, pero son más rendidores, en cambio, el nativo es más resistente al insecto, pero se acama. Cuando se usan insecticidas hay el problema de cambiar cada dos años, porque los insectos adquieren resistencia. Sin embargo, el Dr. López (2009, comunicación personal) tiene una posición distinta respecto a la resistencia porque menciona que:

(...) es difícil pensar que se adquiriera resistencia en dos años de uso de un insecticida, el cambio de semilla híbrida se cambia máximo cada dos años porque el rendimiento baja, debido al equilibrio que guardan sus componentes como producto del mejoramiento genético. De manera ideal la adquisición de semilla de variedades híbridas debería de hacerse anualmente para mantener los rendimientos. Si fuera cierto lo que se dice habría en el mercado nuevas variedades año con año y esto no sucede así.

En general, en las tres regiones de Jalisco, Sinaloa y Veracruz, la identificación de una plaga depende del daño causado y del número de plantas infectadas, en cambio, en la plaga del suelo no se mide el daño, por lo cual es habitual aplicar insecticida si se cuenta con los recursos económicos.

## **POSIBLES VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE UN MAÍZ BT PARA LOS PRODUCTORES DE JALISCO, SINALOA Y VERACRUZ**

Hace 20 años las empresas biotecnológicas decidieron transformar genéticamente el maíz, dado que es uno de los cultivos con mayor superficie en el mundo, pero también por los problemas agronómicos que causan las plagas tanto en el follaje como en la raíz (Pérez, entrevista personal, 2003).

Los avances en la investigación generaron dos tipos de maíz transgénico para el mercado: el resistente a insectos, denominado maíz Bt y el tolerante a insecticidas.<sup>12</sup> Los países productores de maíz transgénico son: Estados Unidos, Canadá, España, Honduras, Argentina, Uruguay, Sudáfrica, Filipinas y Alemania. En el año 2004 se sembraron 143 millones de hectáreas de maíz en escala mundial (FAO, 2005), de las cuales 19.3 millones correspondieron a maíz transgénico (James, 2004). Para 2008, se incrementó a 17 los países productores de maíz transgénico en una superficie de 37.3 millones de hectáreas, ocupando este cultivo, el segundo lugar después de la soya genéticamente modificada (James, 2008).

El maíz Bt controla el gusano barrenador europeo del tallo y al gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), aunque este último no es una plaga objetivo, porque la tecnología se desarrolló en Estados Unidos, es decir, que solamente se presenta en el sur de Texas o en las regiones fronterizas con México. Sin embargo, en los países latinoamericanos el gusano cogollero causa graves estragos; existen estudios que demuestran que la proteína de Cry1Ab presente en el maíz Bt permite una supresión significativa de este insecto. En México, en 1997, la empresa Monsanto realizó un experimento que permitió comprobar su acción. En la actualidad, se está dando seguimiento en otros países (Honduras, Argentina y Brasil) en donde el gusano cogollero constituye una plaga importante del maíz. Se ha observado el efecto del gen Cry1Ab sobre estas plagas en climas subtropicales o tropicales, que son las que más se asemejan a las

<sup>12</sup> El maíz biotecnológico o transgénico tolerante a la sequía es el más avanzado de los cultivos que se están desarrollando con esta tolerancia y su lanzamiento comercial en EUA. está previsto para 2012 o incluso antes" (James, 2008: 22). En la actualidad, el maíz transgénico puede contener dos eventos apilados con resistencia a plagas y tolerancia a herbicidas y se espera que el maíz denominado Smartstax™, se tiene estimada su comercialización en Estados Unidos para 2010, lleve ocho genes diferentes que codifican varios eventos de resistencia a plagas y tolerancia a herbicidas (James, 2008: 28-29).

condiciones de crecimiento del maíz, tanto en México como en Estados Unidos (Pérez, 2003).

Investigadores del Centro Internacional de Mejoramiento del Maíz y el Trigo (CIMMYT), con sede en México, reportan que, con base en ensayos efectuados en campos estadounidenses, se estima que el rendimiento del maíz con Bt fue mayor que el del maíz convencional hasta en 8 por ciento. Para la mayoría de estos agricultores, el menor empleo de plaguicidas se traduce directamente en mayores utilidades, que sumaron entre 7 y 36 dólares por ha (Feldmann *et al.*, 2000). Cabe aclarar que el aumento en rendimiento es debido a que se evita el daño de insectos, y no porque la transgénesis haya afectado a los genes de rendimiento (López, 2009, comunicación personal).

En el caso de México, la Secretaría de Agricultura recibió solicitudes para la evaluación de materiales transgénicos de maíz, desde 1993, por parte de dos instancias: una de ellas son empresas como Asgrow Mexicana, S.A de C.V, Híbridos Pioneer y Monsanto; la segunda conformada por el Centro de Investigación y Estudios Avanzados (Cinvestav) y el CIMMYT ([www.Sagarpa](http://www.Sagarpa)).

El número de pruebas llegó a un máximo en 1997 (12 pruebas), para disminuir después. Las últimas solicitudes aprobadas, por su carácter académico, fueron para el CIMMYT, porque ya desde entonces imperaba en México un ambiente de rechazo a los productos transgénicos, sobre todo maíz, fomentado en nuestro país por grupos opositores a esta tecnología.

La puesta en el mercado del maíz transgénico ha suscitado diversas opiniones y controversias que se resumen en dos posiciones: la primera es difundida por ONGs ambientalistas, que afirman que no hay estudios sobre las consecuencias que podría tener para la salud humana y el medio ambiente. En el caso de México es esto último lo que en la actualidad despierta mayor preocupación por considerarse que el país fue el lugar de origen de la gramínea, y porque cuenta con una infinidad de variedades de maíz y de sus parientes silvestres: teo-

cintle y *Tripsacum*. Como el maíz es una planta de polinización abierta, esta corriente considera que existe la posibilidad de que se cree un flujo génico con los maíces actuales, con las consecuentes modificaciones que llevarían a la pérdida de la diversidad genética de la simiente y sus propiedades. Finalmente, esta corriente asegura que este tipo de maíz no responde a las necesidades del productor en México porque la técnica fue diseñada para satisfacer las exigencias de los países impulsores de la tecnología.

La segunda posición es defendida por empresas transnacionales y biotecnólogos. Las transnacionales tienen el convencimiento de que es una inversión rentable por sus potencialidades ante la inminente reconversión productiva que se está generando a partir de los problemas ambientales. En el caso de las instituciones públicas de investigación, como el Cinvestav-Irapuato, se busca hacer transformaciones específicas a las semillas transgénicas de maíz que beneficien a los agricultores mexicanos.<sup>13</sup>

Respecto al flujo de genes, Norman Ellstrand (2002) señala que se le ha implicado en la extinción de los parientes silvestres de varias especies de cultivos, sin embargo, el hecho de que este fenómeno exista no significa que se vaya a producir.

En la actualidad, se están llevando a cabo estudios para tratar de reducir el riesgo de flujo de genes; por ejemplo, existe la propuesta de sembrar plantas altas para que actúen como barreras para el flujo de

<sup>13</sup> Una de las investigaciones más relevantes de este centro es la de generar un maíz transgénico que se adapte a suelos ácidos o alcalinos; otra es incorporar al maíz una proteína de alto valor nutricional del amaranto; hay también un proyecto de genómica que tiene como objetivo caracterizar un número grande de genes en pares de maíces tolerantes a la sequía (Herrera, 2003) y otro proyecto más para hacer resistente al maíz nativo de los insectos. Este último se encuentra en la fase de detección de necesidades de los pequeños productores maiceros (Álvarez, 2002).



polen. También se sugiere sembrar, en torno al campo vulnerable, una franja de plantas “trampa” (plantas de maíz con sus espigas) a fin de que capturen la mayoría del polen no deseado y no entre al campo. Posteriormente, esas plantas trampa pueden cosecharse por separado de la plantación principal y eliminarse, a fin de impedir que los genes no deseados contaminen el cultivo ([www.colostate.edu/programs](http://www.colostate.edu/programs)).

En México, a raíz de la moratoria, no era posible realizar este tipo de investigaciones para el cultivo del maíz, debido a las muchas dudas que aún persisten entre las instancias de decisión sobre el efecto del flujo génico en los maíces nativos y el teocintle. Se estableció la moratoria a la siembra experimental del maíz transgénico, en espera de un marco legal adecuado y, de que se obtengan datos confiables sobre su impacto social y sobre la biodiversidad. Es urgente abandonar el terreno de las especulaciones y conseguir respuestas en uno u otro sentido, es decir, contar con información real sobre sus potencialidades o sus riesgos.

En este sentido, la Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte, en su informe sobre “Maíz y biodiversidad: efectos del maíz transgénico en México”,<sup>14</sup> recomendó que:

En tanto no se realicen investigaciones y evaluaciones adecuadas sobre los riesgos y beneficios de los efectos del flujo de genes de maíz transgénico hacia las razas locales y el teocintle, y se difunda mayor información entre los campesinos y comunidades rurales, deberá seguirse aplicando la actual moratoria a la siembra comercial de maíz transgénico. Sin embargo, esta

<sup>14</sup> El estudio de la cca se elabora cuando en 2001, se informó de la propagación de maíz genéticamente modificado entre variedades nativas en los valles elevados de Oaxaca y en otros lugares. La petición a la cca se realiza en 2002, por representantes de la sociedad civil mexicana, organizaciones internacionales y, en particular, grupos indígenas y campesinos de Oaxaca.

moratoria no deberá aplicarse a los cultivos experimentales cuidadosamente planteados y controlados si se ha de procurar información científica sólida para dar respuesta a la mayoría de las interrogantes referentes a la evaluación del riesgo de las variedades de maíz transgénico y sus posibles efectos (Comisión para la Cooperación Ambiental, 2004: 27).

A partir de la información obtenida en Jalisco, Sinaloa y Veracruz se infiere que no existen estudios suficientes para conocer el verdadero daño que provocan los insectos en la producción de maíz. No obstante, los productores e investigadores durante décadas han sabido que el gusano cogollero y la gallina ciega son los insectos más nocivos para la producción.

Los avances de la ingeniería genética han permitido el desarrollo de un maíz Bt que de manera secundaria ataca al gusano cogollero, a pesar de que ello no haya sido el objetivo de los desarrolladores de la tecnología.

Hoy en día, las solicitudes que se presentaron a la Sagarpa para este ciclo agrícola 2009-2010, incluyen variedades de maíz Bt<sup>15</sup> con én-

<sup>15</sup> A partir de información periodística se tiene conocimiento que "Las primeras cuatro siembras de maíz transgénico podrían iniciar en septiembre, conforme avanza el trámite de autorización de las autoridades mexicanas, que han recibido en total 25 solicitudes para siembras experimentales con semillas de ese tipo. El jefe del Servicio Nacional de Sanidad de la Secretaría de Agricultura, Enrique Sánchez, dijo a corresponsales extranjeros que cuatro proyectos cumplieron los requisitos fitosanitarios aunque faltan los de carácter ambiental para iniciar la siembra en México, considerado el lugar de origen del maíz. Refirió que entre las empresas que han pedido autorizaciones para la siembra experimental de maíz transgénico se encuentra la multinacional Monsanto. Todos son transgenes, maíces que están reconocidos a nivel mundial como aptos para consumo, comentó Sánchez. Las peticiones son para sembrar en el estado occidental de Jalisco y los norteros de Sonora, Tamaulipas, Sinaloa y Chihuahua en una superficie total de 194 hectáreas. Sánchez dijo que si la Secretaría de Medio Ambiente también avala los cuatro proyectos ya aprobados en agricultura, los primeros cultivos iniciarían en septiembre, mes que marca el arranque del ciclo otoño-invierno 2009-2010" (<http://www.noticia24.org/mundo/avanzan-solicitudes-siembra-maiz-transgenico-en-mexico/>, consultado el 15 de julio de 2009).

fasis en el combate de insectos (incluidos aquellos como el cogollero y la diabrotica) y tolerancia al herbicida glufosinato de amonio (Senasica, 2009).

Una desventaja del maíz Bt es que no ataca a una de las principales plagas del país, la gallina ciega. Si se dispusiera de un transgénico para combatirla es posible que se aceptara, en opinión de los investigadores del INIFAP en Jalisco, pero está el inconveniente de que hay más de 100 especies de este insecto. Por ejemplo, en Jalisco se conocen 12 o 13 especies de gallina ciega, pero no se ha identificado a las dos o tres que más atacan la raíz.

Otro inconveniente son los recursos para desarrollar un maíz Bt; en el caso de las empresas como Monsanto han dedicado muchos años a la investigación y han invertido muchos millones de dólares. En México, los centros de investigación o el INIFAP no cuentan con los recursos económicos suficientes para esta labor, de tal suerte que una tecnología idónea para los agricultores mexicanos sería desarrollada por las transnacionales y sólo llegaría a aquellos productores que cuenten con mayores recursos.

Como es el caso de los productores sinaloenses, que son emprendedores y buscan la máxima ganancia, el uso de un maíz genéticamente modificado que combatiera al gusano cogollero sería lo ideal, sin embargo, el uso de la tecnología estaría condicionado a un incremento en la producción y al abatimiento de sus costos. Pero hay que señalar que a pesar de ser un agricultor que cuenta con las condiciones agronómicas, económicas y ambientales, sería necesario tomar medidas de bioseguridad que garantizaran el uso seguro del transgénico.

Entre las ventajas de usar un maíz Bt se menciona que disminuirá el uso de insecticidas, sin embargo, está el peligro latente de generar resistencia en los insectos y el surgimiento de nuevas plagas, en especial

en zonas donde la población de insectos es mayor por las condiciones ambientales.<sup>16</sup>

Los promotores de esta tecnología señalan que el manejo agronómico de la semilla transgénica resistente a insectos es el mismo en términos de riego, de fertilización y de siembra, la única modificación que está relacionada con el manejo de resistencia de los insectos tiene que ver con la siembra de un porcentaje de maíz convencional, lo que se llama áreas de refugio. Sin embargo, en México, más de dos millones de productores maiceros cuentan con parcelas menores de 5 hectáreas, en estas condiciones es imposible crear áreas de refugio.

Para el Dr. López el problema en las siembras comerciales no son los refugios, sino el aislamiento para evitar que el polen llegue a las siembras convencionales (2009, comunicación personal).

<sup>16</sup> En Estados Unidos tienen maíz Bt inmune a la diabrotica, pero el transgénico debe adaptarse en cada región, pues si bien puede controlar una plaga pueden surgir nuevas, problema que aún no está resuelto. La introducción de una semilla modificada genéticamente puede acarrear que insectos secundarios pasen a primer término, de esta manera se comenzaría una carrera por encontrar un nuevo gen para combatir a la nueva plaga.

Las solicitudes de Monsanto para 2009-2010 incluye prueba de variedades resistentes a Diabrotica. Solicitud de permiso (no. 013/2009) para liberación experimental al ambiente del organismo genéticamente modificado maíz mon-89Ø34-3 x mon-88Ø17-3 en campos de agricultores cooperantes bajo la supervisión de: instituciones de investigación reconocidas, públicas (gubernamentales) y/o privadas, como el INIFAP y Monsanto, especializadas en la materia, en el estado de Sonora durante el ciclo agrícola otoño-invierno (01) 2009.

Solicitud de permiso para liberación experimental al ambiente del organismo genéticamente modificado maíz mon-89Ø34-3 x mon- 88Ø17-3 en campos de agricultores cooperantes bajo la supervisión de: instituciones de investigación reconocidas, públicas (gubernamentales) y/o privadas, como el INIFAP y Monsanto, especializadas en la materia, en el estado de Sinaloa durante el ciclo agrícola otoño-invierno (oi) 2009.

Por el momento, no ha sido posible evaluar el impacto económico y productivo del maíz transgénico, sin embargo, a partir de la información obtenida en los principales municipios estudiados y la proporcionada por la empresa Monsanto es posible estimar el escenario del cuadro 1, para un productor que no recibe semilla subsidiada y otro agricultor que incursionaría en la nueva tecnología con una semilla transgénica.

**Cuadro 1. Costo de producción. Comparación maíz convencional-maíz modificado resistente a insectos (una hectárea)<sup>1</sup>**

Concepto	Maíz Convencional (\$)	Maíz Modificado (\$)
Barbecho	400.00	0.00
Semilla	750.00 <sup>2</sup>	900.00
Costo de Tecnología	0.00	150.00
Mano de obra (siembra)	400.00	400.00
Fertilizante	720.00	720.00
Mano de obra (fertilización)	120.00	120.00
Herbicida	180.00	180.00
Mano de obra (herbicida)	120.00	120.00
2 Aplicaciones de Insecticidas	290.00	0.00
Mano de obra (plaguicida)	120.00	0.00
Mano de obra (dobla)	300.00	300.00
Jornaleros (cosecha)	600.00	600.00
<b>Total</b>	<b>4 000.00</b>	<b>3 490.00</b>

<sup>1</sup>El escenario se elabora a partir de los costos de producción de 2002.

<sup>2</sup>Semilla híbrida no subsidiada.

Fuente: Elaboración propia.

Para el productor que incorporara la nueva tecnología representaría un ahorro de \$510.00. En Veracruz los rendimientos del grano híbrido son de cuatro a seis toneladas por hectárea, pero el maíz modificado ofrece 5% más de producción, con lo cual se obtendría un aumento de 200 a 300 kilos. Si el escenario se aplicara para un agricultor de Jalisco y Sinaloa las ventajas serían mayores por los rendimientos de maíz, y un ahorro superior en el costo de producción porque realizan un mayor gasto en insecticidas y pago en labores.<sup>17</sup>

Este panorama hipotético muestra los posibles beneficios económicos y productivos por el uso de un maíz Bt, pero ¿cuáles serían las repercusiones en el ámbito social?, ¿los productores desplazarían sus semillas nativas por las transgénicas?, ¿cuál sería el impacto para la cultura del maíz?, ¿de qué manera impactaría las condiciones de vida de las familias?, ¿qué implicaciones tendría para los campesinos, que sus maíces nativos que han colocado en nichos de mercado fueran contaminados?, ¿cómo se manejaran las querellas por propiedad intelectual por el uso no autorizado de genes patentados? Se precisa investigar en torno a estos aspectos para que la decisión sobre la introducción, o no, del maíz transgénico a nivel comercial, tome en cuenta las implicaciones que puede llegar a tener en todos los ámbitos.

## CONCLUSIÓN

En las regiones de estudio, es indiscutible la importancia de la producción del maíz, y los motivos para ello son diversos. Sin embargo, los agricultores, en general, se guían por aspectos económicos para implementar

<sup>17</sup> El maíz Bt tiene la ventaja de no usar tanto insecticida, evita el uso de más pasos de tractor por aplicación de insecticidas, desecho plásticos de contenedores de productos químicos y un ambiente más limpio (López, 2009, comunicación personal).

una tecnología, en especial cuando su cultivo se encuentra totalmente destinado para su comercialización como sucede en el estado de Sinaloa, donde es posible que la mayoría de productores estarían dispuestos a sembrar un maíz Bt, pero ¿es suficiente tener las condiciones materiales para incursionar en la nueva tecnología?, sin detenerse a considerar las consecuencias sociales y para el medio ambiente.

Para el estado de Jalisco, la principal plaga es la gallina ciega y como ya se mencionó no existe un maíz Bt que lo combata por el momento, además existe la presencia de uno de los parientes silvestres del maíz, el teocintle, que podría ser afectado por la presencia del transgénico, así como a las variedades nativas que todavía prevalecen en la región.

En el caso del estado de Veracruz, las condiciones de biodiversidad de la zona y la carga cultural que impera en la población hacen imposible el uso de un maíz Bt, ya que la falta de apoyos gubernamentales en asesoría técnica y las condiciones económicas de los agricultores no crean las condiciones propicias para incursionar en una experiencia de este tipo, ya que pondría en riesgo las variedades nativas de la región.

En las tres regiones de estudio predominan problemas de plagas, como la gallina ciega y el gusano cogollero, pero no se cuenta con evidencias científicas de que el maíz transgénico sea la solución para reducir costos de producción y aliviar el problema ambiental por el uso indiscriminado de insecticidas. Entre las alternativas para tratar de controlarlos están la labranza de conservación o el control biológico, que no han proliferado porque la mayoría de los productores persiste en el uso de insecticidas.

La decisión de autorizar las siembras experimentales de maíz no puede tener como justificación la resolución parcial del problema de las plagas del maíz; se debe de tomar en cuenta el contexto que caracteriza a la producción agropecuaria en cuanto a la falta de apoyos económicos y técnicos para los productores, principalmente de variedades nativas, y las dificultades para la comercialización de las cosechas, entre otros. Sin una definición de política de Estado que integre los aspectos productivos,

ambientales, alimentarios y de ciencia y tecnología no puede concluirse que la biotecnología moderna tendrá un impacto positivo. Se deben considerar las distintas circunstancias, más allá de las plagas del maíz, porque dicho cultivo no es solamente un producto sino que tiene una connotación social y cultural para la sociedad mexicana.

Por otra parte, el Estado debe crear una estrategia con recursos suficientes para que los centros de investigación pública identifiquen las plagas de los cultivos por regiones y su impacto. A partir de este estudio, habrá que tomar la decisión sobre la conveniencia de usar un maíz Bt. Ahora bien, algunos especialistas en el tema consideran que el problema no es la siembra experimental de un maíz transgénico, como menciona el Dr. López Herrera “pues las medidas de bioseguridad son extremas, pero si se pretende sembrar de manera comercial no se podrá evitar el flujo génico a las variedades convencionales incluyendo a los criollos” (López, 2009, comunicación personal).

El caso de México, con relación al maíz transgénico es muy particular, al ser este país el centro de origen y diversidad del maíz, hace que los riesgos asociados al flujo de genes adquieran mayor relevancia, y por tanto, su liberación al ambiente debe considerar estos riesgos y las ventajas que pudieran obtenerse. Sólo la investigación directa o simulada, como aconseja Ellstrand, dará la pauta. En el nivel de conocimiento y las condiciones de bioseguridad que por ahora se tienen, no se justifica la introducción del maíz transgénico a nivel comercial hasta que se respondan muchas preguntas que se tienen, tanto para las Organizaciones No Gubernamentales, así como de los mismos productores.

## AGRADECIMIENTO

Se agradece al Dr. Agustín López Herrera por los valiosos comentarios realizados para la elaboración del presente artículo.



## BIBLIOGRAFÍA

- Bosch, P., 2003, "Biotecnología en el siglo XXI: retos para México", en la *Revista Claridades Agropecuarias*, núm. 123, noviembre, México.
- Comisión para la Cooperación Ambiental, 2004, "Maíz y biodiversidad: efectos del maíz transgénico en México", Comisión para la Cooperación Ambiental del Norte, Informe del Secretariado conforme al Artículo 13 del ACAAN.
- Ellstrand, N., 2002, "Evaluación de los riesgos del flujo transgénico de los cultivos a las especies silvestres", en <http://www.e-campo.com/sections/news/display.php/tuid.4480DF4A%2D14C3%2D4CC2%2DB41A6EC22A631087/>, consultado en 2004.
- FAO, 2005, Faostat en <http://faostat.fao.org/faostat>, última actualización en mayo, consultado en 2005.
- Feldmann, M., M. Morris y D. Hoisington, 2000, "¿Por qué suscitan tanta polémica los organismos genéticamente modificados?", en [www.cimmyt.cgiar.org/abc/10-faqaboutgmos/htm/10-faqaboutgmos-spanish.htm](http://www.cimmyt.cgiar.org/abc/10-faqaboutgmos/htm/10-faqaboutgmos-spanish.htm), consultado en 2004.
- INEGI, 1991-2001, *Anuario Estadístico de los estados de Jalisco, Sinaloa y Veracruz*.
- James, C., 2008, "Situación global de los cultivos transgénicos/GM comercializados: 2004", *ISAAA, Briefs*, núm. 39. Preview, ISAAA.
- \_\_\_\_\_, C., 2004, "Situación global de los cultivos transgénicos/GM comercializados: 2004", *ISAAA, Briefs*, núm. 32, Preview, ISAAA.
- Kato, T., C. Mapes, L. Mera, J. Serratos, R. Bye, 2009, "Origen y diversificación del maíz, Una revisión analítica", UNAM, Conabio, México. D. F.
- Ochoa, R. y C. Ortega, 2003, "El maíz: un legado de México para el mundo", en *Claridades Agropecuarias*, núm. 123, noviembre, Sagarpa, Aserca.
- Ramírez, J. L., 2002, "Mejoramiento genético de maíces blancos y amarillos para la zona subtropical de México", Proyecto del Campo Experimental Centro de Jalisco, Guadalajara.

Sagarpa, 1991-2009, Estadísticas, México.

Sanchez J. y J. Ruiz, 1995, "Distribución del teocintle en México", en Serratos, A., M. Wilcox y F. Castillo, (eds.), *Memoria del foro Flujo genético entre maíz mejorado y teocintle: implicaciones para el maíz transgénico*, INIFAP, CIMMYT y CNBA.

Sánchez, J., T. A. Kato, M. Aguilar, J. M. Hernández, A. López y J. A. Ruiz, 1998, "Distribución y caracterización del Teocintle", Sagarpa-INIFAP, México.

Senasica, 2009, en <http://148.243.71.63/default.asp?id=1344>, consultado en 2009.

Wheelwright, 2001, "No vuelva a comer hasta que no haya leído eso", en *Rev. Discover*, en español, *Maíz con genes alterados*, Abril.

Páginas:

[www.colostate.edu/programs/lifesciences/CultivosTransgenicos/sp\\_croptoweed.html](http://www.colostate.edu/programs/lifesciences/CultivosTransgenicos/sp_croptoweed.html), consultado en el 2004, "Inquietudes acerca del daño al medio ambiente, El flujo de genes desde los cultivos a la maleza".

[www.colostate.edu/programs/lifesciences/CultivosTransgenicos/sp\\_croptocrop.html](http://www.colostate.edu/programs/lifesciences/CultivosTransgenicos/sp_croptocrop.html), consultado en 2004, "Inquietudes acerca de las prácticas actuales de cultivo. El flujo de genes de un cultivo a otro: La intrusión genética".

[www.Sagarpa.gob.mx/Conasag/pconnasag.htm](http://www.Sagarpa.gob.mx/Conasag/pconnasag.htm), consultado en 2004.

<http://www.siap.gob.mx>, consultado en 2009.

Entrevistas:

Aguilar, M., 2002, Investigador del Programa de Mejoramiento Genético, INIFAP-Campo Experimental Centro de Jalisco, Guadalajara.

Álvarez, A., 2002, Coordinador del proyecto "Identificación y evaluación de parámetros sociales, biotecnológicos y de biodiversidad necesarios para la elaboración de una estrategia de introducción de

- maíz criollo transgénico en comunidades rurales”, Investigador del Centro de investigación y de Estudios Avanzados del IPN, Unidad Irapuato, Guanajuato.
- Calderón, F., 2002, Director de Desarrollo Económico y Fomento Agropecuario, Ayuntamiento Constitucional Temporal, Veracruz.
- Carrillo, H., 2002, Productor del Municipio de Culiacán y Municipio de Ahome, Sinaloa.
- Chuela, M., 2002, Investigador del Programa Mejoramiento del Maíz de Occidente, INIFAP-Campo Experimental, Centro de Jalisco, Guadalajara.
- Gastélum, G., 2002, Productor del Municipio de Navolato, Sinaloa.
- Gastélum, E., Jorge A., 2002, Coordinador Adjunto del Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología, Culiacán, Sinaloa, 11 de octubre.
- Herrera, L., 2003, Director del Centro de investigación y de Estudios Avanzados del IPN, Unidad Irapuato, Guanajuato.
- López, A., 2009, Profesor-Investigador del Departamento de Fitotecnia de la Universidad Autónoma Chapingo, en el Área de Tecnología de Semillas.
- López, J. E., 2002, Productor del Municipio de Culiacán, Sinaloa.
- Márquez, F., 2002, Centro Regional Universitario de Occidente, Guadalajara, Universidad Autónoma Chapingo.
- Palafox, A., 2002, Investigador del Programa de Maíz, INIFAP Centro Coahuila, Veracruz.
- Pérez, F., 2002, Investigador del Programa Mejoramiento del Maíz de Occidente, Campo Experimental Centro de Jalisco, INIFAP, Estación Ocotlán, Guadalajara.
- Pérez, J., 2003, Director de Tecnología, América Latina. Entrevista realizada en la empresa, Monsanto, México.
- Piedra, E., 2002, Responsable del Laboratorio de Control Biológico de Plagas, Comité estatal de Sanidad Vegetal de Veracruz, Centro Regional de Estudio y Reproducción de Organismos Benéficos, Jalapa, 1 de noviembre.

- Rivera, M., 2002, Subdelegado Agropecuario de Sagarpa, Sinaloa.
- Sandoval, J., 2002, Investigador del Programa de Maíz y Cítricos, Campo Experimental Ixtacuaco, Veracruz.
- Soltero, L., 2002, Investigador del Programa Mejoramiento del Maíz de Occidente, Campo Experimental Centro de Jalisco, INIFAP, Estación Ocotlán, Guadalajara.
- Tinoco, C., 2002, Investigador del Programa de Maíz, INIFAP-Jaltipan, Veracruz.
- Valdez, L., 2002, Investigador en Productividad del Suelo, INIFAP- Campo Experimental Centro de Jalisco, Guadalajara.
- Wong, J., 2002, Investigador de maíz y arroz, Campo Experimental Valle del Fuerte, INIFAP, Culiacán, Sinaloa.
- Zamudio, J. C., 2002, Gerente de Transferencia de Tecnología, Fundación Produce, Sinaloa A.C., Sinaloa.