

La crisis del maíz en la Cuenca Alta del Río Lerma

ALBERTO CEDEÑO VALDIVIEZO

Departamento de Tecnología y Producción, CyAD, UAM Xochimilco

Correo electrónico: alberto_cede@yahoo.com.mx

PALABRAS CLAVE

Maíz

Organismos genéticamente modificados

Teocintle

Cuenca Alta del Río Lerma

Génesis del maíz

KEYWORDS

Corn (Maize)

Genetically modified organisms

Teocintle

Upper Lerma River Basin

Origin of maize

Uno de los problemas más graves a los que se enfrenta la Cuenca Alta del Río Lerma, Estado de México, en México, es la introducción de cultivos de organismos genéticamente modificados en la región. A fin de evaluar el impacto que estos cultivos tienen, se revisa y resalta la importancia histórica del maíz en la alimentación de los mexicanos desde su origen, hace ya miles de años, así como las grandes posibilidades que tiene su uso industrial y, finalmente, se aborda el gran debate que ha surgido en los últimos años en México, sobre la introducción de los cultivos de organismos genéticamente modificados y, en particular, sobre el maíz, debate que ha ocasionado una clara división en las políticas nacionales de los últimos años.

One of the most serious problems facing the Upper Lerma River Basin in Mexico State, Mexico, is the introduction of genetically modified crops in the region. In an analysis of the impact of these crops, this paper presents a review of the historical importance of corn (maize) in the diet of Mexicans since its origin thousands of years ago as well as its extensive industrial uses and potential. A lively debate has arisen in Mexico in recent years around the introduction of genetically modified crops, in particular, on corn (maize), a debate that has caused a clear divide in national policy in recent years.

INTRODUCCIÓN

El objetivo general de este artículo es tenidos de la investigación *Vulnerabilidad bioclimática y habitabilidad regional. Diagnóstico sobre la situación ambiental en la Cuenca Alta del Río Lerma, Estado de México*, promovida y financiada por la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco. De esta investigación se concluye que uno de los problemas más graves que presenta la cuenca, es la introducción de organismos genéticamente modificados (OGM), de los cuales el más destacado, por el significado histórico de antes y hoy en día, es el maíz. Tema que, además, se relaciona con uno de los debates más importantes que enfrenta a nuestro país con el gobierno de los Estados Unidos en la actualidad. La reflexión se inicia contextualizando geográficamente la Cuenca Alta del Río Lerma.

El río Lerma nace en los manantiales de Amoloya del Río en el Estado de México, recibe las descargas de aguas servidas de las poblaciones cercanas y, más adelante, a su cauce se agregan las del parque industrial más importante de la entidad mencionada. Al menos unas 500 empresas, que van desde la rama textil hasta la farmacéutica, arrojan al río sus aguas servidas con muchos químicos tóxicos (Greenpeace, 2014). Estas aguas contaminadas terminan depositándose en el principal lago del país: el lago de Chapala, cuyos famosos pescados alimentan a mucha población que habita en sus riberas y, posteriormente, sus aguas continúan el camino hacia el mar ya con el nombre de río Santiago, también contaminado (Gallardo, 2007).

Adicional a esto, tenemos el uso de fertilizantes y el cultivo de OGM en la región. El cultivo de estas semillas es consecuencia de los acuerdos del gobierno mexicano con el gobierno estadounidense, que obliga a México a adquirirlos como parte del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN). En este artículo nos enfocamos, de manera particular, al cultivo de maíz genéticamente modificado, que ha venido a sustituir al cereal base de la alimentación del pueblo mexicano desde la época prehispánica. Esto ha sucedido en los últimos años ante la complacencia de los presidentes mexicanos, aunque las políticas han cambiando con el actual mandatario López Obrador, quien emitió al respecto un decreto publicado en el *Diario Oficial de la Federación* del 31 de diciembre de 2020, primeramente, y una

modificación el 13 de febrero del año 2023. En el primer decreto se establecen “las acciones para sustituir, gradualmente, el uso, adquisición, distribución, promoción e importación de la sustancia química denominada *gliosato*, y de los agroquímicos utilizados en el país que lo contienen como ingrediente activo, por alternativas sostenibles y culturalmente adecuadas que permitan mantener la producción y resulten seguras para la salud humana, la biodiversidad biocultural del país y el ambiente” (DOF, 2020). En el segundo decreto se acepta la importación de maíz genéticamente modificado, pero sólo como alimento de animales y para uso industrial. Ante la protección legal que han buscado las empresas internacionales afectadas y la respuesta del gobierno norteamericano, el debate continúa.

MÉTODO

La investigación inició con un diagnóstico de la Cuenca Alta del Río Lerma, Estado de México, como parte de un proyecto aprobado por la UAM Xochimilco. Entre los diversos problemas observados en la cuenca, está el uso de organismos genéticamente modificados (OGM). Con el deseo de profundizar más en la problemática de éstos y, en particular, del maíz, se buscó literatura y notas periodísticas que nos permitieran conocer bien el tema, como el libro de Marie-Monique Robin *El mundo según Monsanto* (2008), al mismo tiempo que ampliábamos la información poblacional de cada uno de los municipios que componen esta cuenca, a fin de

poder observar su evolución. Posteriormente, se llevó a cabo un análisis de la producción del maíz en la cuenca, así como en Estado de México, y en el país, en los últimos años, utilizando los datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, que nos permitan entender lo que está pasando, en los últimos años, respecto al empleo del maíz en México.

MARCO GEOGRÁFICO-SOCIAL

La Cuenca Lerma-Chapala se ubica en la parte centro occidente de México, comprendiendo un área que representa aproximadamente 3% de la extensión total del territorio nacional, y alberga a 11% de la población del país. Abarca parcialmente el territorio de cinco estados en las siguientes proporciones: Guanajuato con 43.8%, Michoacán con 30.3%, Jalisco con 13.4%, Estado de México con 9.8% y Querétaro con 2.8%. Esta cuenca forma parte de una cuenca aún más amplia que llamamos Cuenca Lerma-Chapala-Santiago, que finalmente deposita sus aguas en el océano Pacífico.

Lo que llamamos Cuenca Alta del Río Lerma o Alto Lerma Mexiquense, corresponde a la parte de la cuenca Lerma-Chapala que penetra en el Estado de México; es una especie de espólón pequeño, con relación al resto de la cuenca, pero muy importante al tratarse del lugar que da origen al río Lerma, y también donde se genera la mayor parte de su contaminación (Figura 1). Se localiza entre los 19° 05' y 20° 05' de latitud norte



Figura 1. Recorrido del río Lerma. Durante este recorrido hacia el lago de Chapala, recibe constantes descargas de aguas servidas de centros de población, aguas contaminadas de un parque industrial, además de basura, etcétera. Fotografía: Cedeño, 2018.

y los 99° 25' y 100° 15' de longitud oeste. Presenta una longitud de 133 km y la limitan las cuencas de los ríos Pánuco y Balsas y la Cuenca del Valle de México. Como unidad natural abarca 5 354 km², es decir 26.2% del territorio de la entidad. Esta cuenca se compone de 34 municipios, entre los cuales sobresalen por su importancia los de Toluca, Atlacomulco y Lerma (Bastida *et al.*, 2013).

Los actuales límites físicos de la cuenca son: al este con la sierra de Las Cruces, que a su vez, limita con la Cuenca de México; al noreste, la sierra de Monte Alto que marca los límites con la cuenca del río Pánuco; al norte y noreste, el límite es la sierra de San Andrés; al suroeste, el límite es el Nevado de Toluca (*Atlas ecológico*, 2000: 13) (Figura 2).

La transformación del medio natural de la cuenca ha estado subordinada, desde la época de la Colonia, al interés económico, ya que desde este periodo histórico la producción de maíz fue reemplazada por la ganadería. Sin embargo, la transformación más drástica se dio a partir de la segunda mitad del siglo XX con el proyecto de desecación de las lagunas del Lerma, y alcanzó su punto más crítico en las décadas de los años setenta y ochenta del siglo pasado, cuando se consolidó el proceso de industrialización junto al hecho de seguir suministrando agua potable a la Ciudad de México. Así, entre 1970 y 1980, iniciaron las obras para captar las aguas de los manantiales que alimentaban las lagunas de Almoloya del Río (alimentadoras a su vez del río Lerma), como la excavación de varias galerías conectadas a un dren, que tenía el propósito de reunir el agua de los manantiales localizados en Almoloya del Río, Texcaltengo, Alta Empresa y Ameyalco. Al concluirse las obras de 230 pozos y 170 km que aportaban 14m³/s al entonces Distrito Federal (y que se conoce como el Sistema Lerma), se modificaron profundamente los sistemas lacustres de la zona, quedando sólo algunos mantos que funcionan como trazadores de nivel base local de la recarga acuífera que se lleva a cabo en cumbres y laderas de la cabecera de la Cuenca Alta del Río Lerma (<http://redlerma.uaemex.mx>).

La región de la cuenca está integrada por 34 municipios (de los 125 municipios que componen el Estado de México) y cinco subcuencas, cuyo territorio representa 26.23% del total de esta entidad (Tabla 1). En cuanto a su población, en el año 2010 contaba con 2 896 430 habitantes que representaban

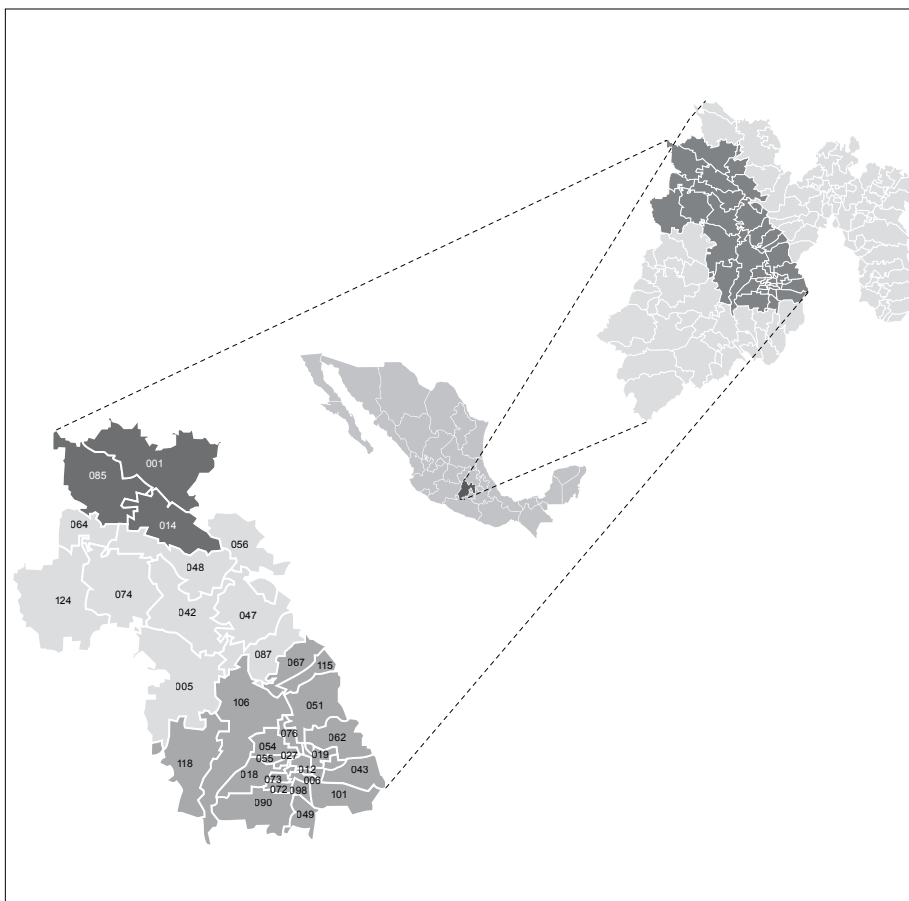


Figura 2. La Cuenca Alta del Río Lerma y su ubicación en el Estado de México. Fuente: Inegi, 1999.



Figura 3. Centro Ceremonial Otomí. Vista de la CARL desde el Centro Ceremonial Otomí, icono cultural del lugar. Fotografía: Cedeño, 2018.

Tabla 1. Población de la Cuenca Alta del Río Lerma en los últimos años.

Municipio	Subcuenca	Población 2010	Población 2015	Población 2020
*Almoloya del Río	Alzate	10 866	11 126	12 694
*Atizapán	Alzate	10 299	11 875	12 984
*Calimaya	Alzate	47 033	56 574	68 489
*Calpulhuac	Alzate	34 101	35 495	36 921
*Chapultepec	Alzate	9 676	11 764	12 772
*Meteppec	Alzate	214 162	227 827	242 307
*Mexicalcingo	Alzate	11 712	12 796	13 807
*Otzolotepec	Alzate	78 146	84 519	88 783
*Rayón	Alzate	12 748	13 290	15 972
*San Antonio la Isla	Alzate	22 152	27 230	31 962
San Mateo Atenco	Alzate	72 579	75 511	97 418
Temoaya	Alzate	90 010	103 834	105 766
Tenango del Valle	Alzate	77 965	86 380	90 518
Toluca	Alzate	819 561	873 536	910 608
Xonacatlán	Alzate	46 331	51 646	54 633
Almoloya de Juárez	Ramírez	147 653	176 237	174 587
Amanalco	Ramírez	22 868	24 669	23 675
Zinacantepec	Ramírez	167 759	188 927	203 872
San Felipe del Progreso	Tepetitlán	121 396	134 143	144 924
Atlacomulco	Tepuxtepec	93 718	100 675	109 384
Ixtlahuaca	Tepuxtepec	141 482	153 184	160 139
Jiquipilco	Tepuxtepec	69 031	74 314	76 826
Jocotitlán	Tepuxtepec	61 204	65 291	69 264
Temascalcingo	Tepuxtepec	62 695	63 721	66 414
El Oro	Solis	34 446	37 343	36 937
Acambay	Tepuxtepec	60 918	66 034	67 872
Timilpan	Tepuxtepec	15 391	15 664	16 414
Morelos	Tepuxtepec	28 426	29 862	33 164
Xalatlaco	Alzate	26 865	29 572	30 687
Joquicingo	Alzate	12 840	13 857	15 428
Lerma	Alzate	134 799	146 654	170 327
Ocoyoacac	Alzate	61 805	66 190	72 103
Texcalyacac	Alzate	5 111	5 246	5 736
Tiangüstengo	Alzate	70 682	77 147	84 259
	TOTAL	2 896 430	3 152 133	3 357 646
Población total del Estado		15 175 862	16 187 608	16 992 418
Porcentaje de la población de la CARL en relación con la población del Estado de México		19.08	19.47	19.75

Fuente: Elaboración propia con datos del Censo de Población y Vivienda 2010 y 2020, y Censo de Población y Vivienda 2015 (Inegi).

19.08% de la población del estado, mientras que para 2015 dicha población se elevó a 19.47%, y para 2020 representó 19.75% del total del Estado de México, lo que confirma que la población de la subcuenca está creciendo de manera más rápida que la población del estado, esto a pesar de la gran cantidad de trabajadores que migran a los EUA. Esta población se distribuye por municipio de la siguiente manera: (https://coespo.edo.mex.gob.mx/informacion_municipal; censos generales de población 2010, 2020 y el conteo de 2015). Si incluimos a los estados de Aguascalientes, Colima, Guanajuato, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Querétaro y Zacatecas, entonces ya nos estamos refiriendo a la Cuenca Lerma-Santiago-Pacífico, que no es el tema que respalda esta investigación.

Entre los municipios más importantes destacan Toluca, considerada como la ciudad metropolitana de ese estado; y Meteppec, municipio con la mayor densidad de población (con más de 2 000 habitantes por km²), situación ocasionada por su cercanía con la ciudad de Toluca. También sobresale el municipio urbano de Atlacomulco, tanto por su población como por su red de carreteras y cobertura en servicios (*Atlas ecológico*, 2000). Esto sin olvidar que de este municipio han surgido los últimos gobernadores del estado, e incluso, el anterior Presidente de la República.

MARCO TEÓRICO:

LA CRISIS ALIMENTARIA Y LA APARICIÓN DEL CULTIVO DE LOS OGM

Para entender el riesgo que representa para esta cuenca el cultivo de los organismos genéticamente modificados (OGM), debemos ir atrás algunos lustros. De acuerdo con lo expuesto por Rolando García en su texto *Los sistemas complejos* (2006), durante la Conferencia Mundial de Alimentos convocada por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) en 1974, se argumentaba que el planeta estaba en crisis alimentaria, ya que el mundo se encontraba al límite de sus reservas de alimentos. Las causas eran las catástrofes naturales (como las sequías prolongadas), la superpoblación, la incapacidad de los países “en vías de desarrollo” para incrementar su producción al ritmo de su crecimiento demográfico, el rechazo de algunos campesinos a la modernización de la agricultura. El énfasis en la respuesta del Sistema Alimentario

y Sociedad se colocó en el aumento de la productividad (García, 2006: 57-58), y los pesticidas se presentaban como una de las opciones posibles. En esa misma época, el Club de Roma advertía sobre los problemas que enfrentaría la población mundial para poder alimentarse (Meadows *et al.*, 1972). Ante este panorama, México no se quedó atrás e impulsó, de manera importante, el uso de pesticidas, plaguicidas y herbicidas en los cultivos, con lo cual se resolvió, provisionalmente, el problema de alimentación.

Ante el continuo crecimiento de la población mundial, nuevamente se vuelve a presentar el dilema de ¿cómo alimentarla? Hay que entender que la moderna industria agroalimentaria se basa en una red mundial de transportes, almacenamiento y venta. En términos energéticos, esta red de distribución es, naturalmente, más costosa que la de un agricultor local, pues este intercambio internacional de alimentos ha sido posible con un gran consumo de combustibles fósiles. A los agricultores se les imponen sistemas de producción “eficientes”, aunque éstos impliquen, a la larga, daños al suelo y a la calidad de la producción.

La utilización de pesticidas, grandes cantidades de fertilizantes y técnicas de cultivo poco sabias, son práctica común en el esfuerzo de reducir los costos y aumentar los rendimientos, en una carrera sin esperanza buscando permanecer económicamente competitivos (Mollison y Mia, 2007: 25).

Como complemento a la competitividad en la producción de alimentos, en los últimos años se ha impulsado el uso de los OGM con los consecuentes problemas que esta decisión ha traído, desde la contaminación de las semillas tradicionales hasta el riesgo de enfermedades como el cáncer que causaría el consumo de estas semillas, a las cuales se les ha incluido genéticamente el pesticida *Roundup-Faena*. Marie-Monique Robin expone en su texto *El mundo según Monsanto* (2008) las maniobras oscuras de la empresa química Monsanto, líder de los organismos genéticamente modificados, para llenar el planeta de estos cultivos. En repetidas ocasiones esta empresa ha sido acusada por el uso de sustancias químicas nocivas y se han prohibido muchos de sus productos en países europeos. Sin embargo, y a pesar de la importancia cultural del maíz en nuestro

país, México se ha convertido en uno de sus clientes favoritos.

EL CULTIVO DEL MAÍZ GENÉTICAMENTE MODIFICADO

Los organismos genéticamente modificados (OGM) tienen su antecedente en 1953, cuando el estadounidense James Watson y el británico Francis Crick descifran la estructura en doble hélice del ADN (ácido desoxirribonucleico). Las primeras manipulaciones genéticas se llevan a cabo en la Universidad de Stanford, California en 1972, en el momento en que Monsanto preparaba el lanzamiento del herbicida *Roundup* (Robin, 2008).

Esto abrió las puertas a la ingeniería genética y sus OGM; tres décadas más tarde se había modificado al tabaco, al tomate y al maíz. Hoy es posible traspasar las barreras naturales existentes entre las diferentes especies, pues la transgénesis permite “cruzar” cualquier planta con cualquier especie del mundo vegetal y animal, con bacterias y virus, insertando en su ADN genes ajenos (los transgenes), para obtener nuevas características de las que carecía originalmente. En el caso del maíz, se ha creado el maíz *Bt*, que produce su propio insecticida al haber recibido un gen de la bacteria *Bacillus thuringiensis*, productora de una toxina nociva para el gusano barrenador europeo, una plaga inexistente en México (Marielle, 2011: 77).

Desde hace más de 60 años, las esporas y cristales de *Bt* han sido empleadas para formular insecticidas microbiológicos con el fin de controlar diversas plagas de lepidópteros, coleópteros y dípteros. Por su gran selectividad hacia determinados grupos de insectos y por su inocuidad para mamíferos, es uno de los insecticidas más aceptados y recomendados.

Refugio Ortega, investigadora que apoya el uso de los transgénicos, escribe que el modo de acción de los insecticidas biológicos *Bt*, se basa en la facultad que tiene la bacteria *Bacillus thuringiensis* para esporular y producir cristales que tienen propiedades tóxicas después de ser ingeridos por los insectos susceptibles. Sin embargo, dado que los cristales aparecen frecuentemente durante la esporulación de la bacteria en forma de *protoxina*, es necesario que sean previamente procesados y activados en el intestino del insecto para poder ejercer su acción insecticida. Es por ello que estos insecticidas poseen una gran selectividad ecológica, y

se muestran inocuos contra la mayor parte de los organismos a los que no se destina el producto (Ortega, 2008). Agrega que uno de los cultivos transgénicos más extendidos en la actualidad es el maíz que expresa la toxina *Cry 1Ab*, la cual procede de la subespecie *Kurstaki* de *B. thuringiensis*, como una manera eficaz y rentable de controlar los taladros del maíz. Para esta investigadora el uso de maíz genéticamente modificado *Bt* es ventajoso desde el punto de vista medioambiental, si se compara este método con el uso de plaguicidas. La eficacia del maíz *Bt* es muy elevada dada la alta concentración de la toxina en la planta, sin embargo, su espectro de acción también podría ser más alto, y su selectividad ecológica menor que la de los insecticidas *Bt*. Esta hipótesis ha sido recientemente confirmada al demostrarse que la toxina *Cry 1Ab* de plantas genéticamente modificadas puede afectar negativamente a insectos beneficiosos, por ejemplo a depredadores generalistas (Ortega, 2008).

De acuerdo a Marie-Monique Robin, la empresa Monsanto ha pagado estudios que sostienen que el polen del maíz genéticamente modificado no pasa, a más de veinte metros, a las plantas vecinas y esto es un error, ya que en los hechos se tienen que dejar trescientos metros entre un maíz tradicional y otro, para producir maíz con calidad certificada y, en el caso del maíz genéticamente modificado, la tolerancia es cero, porque una sola planta puede contaminar a miles de hectáreas de parcela de manera exponencial, como ya ha ocurrido con otros cultivos como el algodón genéticamente modificado en el norte del país (Robin, 2008).

En varios países del mundo han surgido grupos opuestos a la creación de estos OGM, integrados principalmente por ecologistas, asociaciones de derechos del consumidor, algunos científicos y políticos. La organización Greenpeace argumenta que “Sólo diez multinacionales controlan casi el 70% del mercado mundial de semillas, lo que significa que los agricultores tienen poca capacidad de elección” (www.greenpeace.org/espana/es/Trabajamos-en/Transgenicos/), entre éstas estarían Monsanto, Bayer, Syngenta, Basf, Dupont, Dow Agro Sciencea (www.aporrea.org/internacionales/a178129.html), empresas que han contemplado la posibilidad de fusionarse. Las mega fusiones que en este momento analiza la Unión Europea, incluyen la compra por 59 000 millones

de euros de Monsanto por la alemana Bayer; existe la intención de la empresa química estadounidense Dow de fusionarse con su rival DuPont; y en los planes de ChemChina está el comprar el grupo suizo de semillas y genética Syngenta por 38 000 millones de euros (Vidal, 2016). DuPont tiene una demanda desde hace ya décadas en Estados Unidos, debido al escandaloso caso por contaminación de miles de personas llamado “Dark Waters” (Serrano, 2020).

LA IMPORTANCIA DEL CULTIVO DEL MAÍZ EN MÉXICO

El maíz es, tal vez, la planta cultivable con mayor diversidad de usos, aplicaciones, formas y condiciones de producción. Además de sus innumerables usos directos como alimento y forraje, se ha convertido en un ingrediente fundamental para productos industriales, o en la obtención de aceites comestibles, almidones, jarabes, dextrosas, maltodextrinas, entre otros (Ortega, 2008). “De los 10 000 productos que se encuentran en promedio en un supermercado, 2 500 tienen compuestos derivados del maíz” (www.mexicodesconocido.com.mx, 2010).

El cultivo del maíz en México se remonta, al menos, a 5 000 años antes de Cristo y, desde entonces, es el producto básico de la dieta nacional. Con excepción del chile, ningún otro producto se presenta con esta abundancia y variedad en la dieta de los mexicanos. Fue venerado por los grupos prehispánicos como una planta sagrada. Tiene un papel central en los mitos sobre el nacimiento de los seres humanos: “De maíz amarillo y de maíz blanco se hizo su carne; de masa de maíz se hicieron los brazos y las piernas del hombre. Únicamente masa de maíz entró en la carne de nuestros padres: Popol Vuh” (www.mexicodesconocido.com.mx>las-voces-del-maiz).

Es tan importante para la dieta de los mexicanos, que “para los años 90 del siglo xx, más de la mitad del consumo calórico de los mexicanos provenía del maíz, y la cantidad de calorías aportadas aumenta proporcionalmente al descender en la escala social”, así que para estos grupos es realmente básico su consumo “y su ausencia constituiría una verdadera catástrofe alimentaria: somos gente de maíz y el maíz es de la gente” (www.mexicodesconocido.com.mx, 2010).

Para su preparación como alimento es muy importante la *nixtamalización* –el otro

gran descubrimiento de las culturas precolumbinas junto con el descubrimiento del maíz–, que consiste en agregar cal o cenizas al agua en la que se cuece el maíz, paso que lo transformará física y químicamente, ya que la piel u hollejo que cubre cada grano no es digerible para el ser humano, además de que contiene *filiates*, una sustancia que entorpece la absorción de minerales básicos para la salud, lo que llevaría a la *pellagra*, enfermedad por deficiencia del complejo B (www.mexicodesconocido.com.mx, 2010). Esta es la razón del porqué no se convirtió en una alternativa alimentaria para los europeos y norteamericanos, pues nunca entendieron este proceso de *nixtamalización*, tan importante como el maíz mismo!

El papel del campesino es importantísimo para la conservación y diversificación del maíz, sin embargo, los programas de investigación y desarrollo para la conservación *in situ* del maíz son muy restringidos, y no se han extendido a regiones con gran concentración de grupos étnicos y campesinos. Se prevé que en pocos años, el descuido y la falta de atención a las comunidades rurales en las que se encuentra el mayor porcentaje del germoplasma nativo, podrían impactar negativamente la diversidad del maíz, junto con las políticas públicas que promueven tecnologías intensivas en capital, y que expulsan el trabajo del campesino hacia las zonas urbanas o el extranjero (Serratos, 2009).

Debemos considerar la génesis del maíz como un extraordinario fenómeno biológico, agronómico, ecológico y cultural originario de Mesoamérica. Existieron muchos pueblos que edificaron grandes civilizaciones, sustentadas material y espiritualmente en el cultivo del maíz. Se le otorgó un papel central en los mitos sobre el nacimiento de los seres humanos. En México se conocen 59 razas de maíz y su producción alcanza más de la mitad de la superficie cultivada de la producción agrícola nacional en términos de volumen. Alrededor de tres millones de productores lo cultivan, de modo que casi una quinta parte de la población mexicana depende directamente de éste. A nivel mundial es el cereal con el mayor volumen de producción, superando al arroz y al trigo (Marielle, 2011). Es importante señalar que en América se tienen detectadas alrededor de 490 especies, siendo Bolivia, Perú y México los países con más variedades (Serratos, 2009: 19).

El teocintle

El teocintle o *zea perennis* es considerado el ancestro directo del maíz actual y se ha documentado que fue domesticado por los habitantes de la América prehispánica. Se encuentra en México, Nicaragua y Guatemala. Su apariencia física es semejante a cualquier pasto, sin embargo, su estructura genética es muy semejante a la del maíz (www.mexicodesconocido.com.mx>teocintle, antepasado del maíz).

Según las últimas evidencias arqueológicas, el origen del maíz se remonta a una fecha que estaría entre los 6 000 y 10 000 años antes de nuestra era, de acuerdo a lo encontrado en la región de Iguala en el estado de Guerrero, específicamente en la localidad de Tlaxmalac (Galindo, 2010). De los diversos estudios realizados para dilucidar la participación del teocintle en el origen del maíz, se ha concluido que la especie más cercana al maíz actual es el *Zea mays ssp parviglumis*, que pertenece a la raza de la región del río Balsas (Galindo, 2010). A pesar de profundas diferencias morfológicas entre la mazorca y la planta, el maíz y el teocintle son muy cercanos genéticamente, pues son únicos entre las gramíneas porque tienen las flores masculinas y femeninas en la misma planta, pero en lugares separados. La inflorescencia masculina en ambas especies se desarrolla en la panoja, mientras que la inflorescencia femenina en el jilote o mazorca en el caso del maíz, y la mazorquilla en el caso del teocintle (Galindo, 2010).

La palabra teocintle es una versión invertida de la palabra *cinteotl*, que entre los mexicas designaba al templo en el cual se realizaba el culto de la diosa del maíz, Xilonen. En ninguna parte se han encontrado (aunque tampoco se han buscado) referencias del teocintle en los vestigios, murales, crónicas o en los códices de las diferentes culturas americanas. Este vacío de información dificulta el atribuir a las culturas prehispánicas un interés particular por el teocintle y, menos aún, su relación con el origen del maíz (Serratos, 2009). Un acontecimiento clave en la domesticación de maíz, fue la liberación del grano de la cubierta protectora que lo envuelve en el teocintle y es controlado por un solo gen (Galindo, 2010). La semilla individual del teocintle está encerrada en un segmento duro del raquis llamado cápsula del grano, y es dispersada cuando el tejido del raquis en la vaina forma una zona de abscisión y se



Figura 4. El teocintle y el maíz. Comparación entre una espiga femenina de teocintle y algunas mazorcas de híbridos entre teocintle y maíz. Fuente: Hernández, 2010.

desarticula, éste es precisamente el carácter que distingue al teocintle como planta silvestre (que se puede dispersar y establecer de manera independiente a la intervención humana), que lo diferencia del maíz que es una planta domesticada (Figura 4) (Galindo, 2010).

Al inicio del siglo XXI, la investigación acerca del origen del maíz está determinada por metodologías de biología molecular. Aún falta definir con más precisión aspectos básicos del cómo y dónde se creó esta planta, por lo que no es posible marcar la supremacía de alguna de las teorías sobre la ubicación del centro, o centros, de origen y domesticación del maíz, porque en este escenario siguen faltando datos de los registros fósiles y arqueológicos del proceso (Serratos, 2009: 15). La distribución del teocintle se extiende desde la parte sur de la región cultural conocida como Árido América, en la Sierra Madre Occidental del estado de Chihuahua y el Valle de Guadiana en Durango, a la parte occidental de Nicaragua, incluyendo prácticamente la parte occidental de Mesoamérica (Galindo, 2010).

El maíz genéticamente modificado en México

En 1998, México declaró una moratoria al uso del maíz genéticamente modificado tratando de preservar la gran diversidad de este cereal. Debido al Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), nuestro país debería importar seis millones de toneladas cada año del llamado “maíz industrial”, 40% del cual es genéticamente modificado,

maíz que se vende más barato que el nacional, lo cual ha obligado a muchos pequeños campesinos a abandonar la agricultura y a trasladarse a las ciudades, ya que además se les obliga a comprar semillas genéticamente modificadas, abonos e insecticidas, sin los cuales estas plantas no crecen (Robin, 2008). La entrada de este maíz se detuvo debido a la prohibición del magistrado Jaime Manuel Marroquín Zaleta, el 17 de septiembre de 2013 (Hernández, 2014). Posteriormente, se invalidó un recurso presentado por Monsanto, pues de lo contrario, hace años estaría inundada la tierra mexicana con OGM. Dicha resolución se basó en cinco puntos:

Primero,

...sin los maíces nativos no se podría elaborar los 600 preparados con base en maíz nativo de nuestra cocina pluricultural, con las características organolépticas (textura, sabor, olor y color) que demandamos los mexicanos.

Segundo,

...53 por ciento de la ingesta calórica de la dieta nacional y 39 por ciento de la proteínica proviene del consumo directo del maíz.

Tercero,

...más de la mitad de los ocho millones de hectáreas que cada año se siembran con maíz en México son tierras desde baja calidad agrícola hasta marginales, siendo aprovechadas por millones de familias campesinas. Estas tierras y el maíz nativo los proveen de su fuente de empleo y alimentación.

Cuarto,

...los maíces nativos y su ancestro teocintle [...] son la única fuente tangible de adaptación genética a los retos que el cambio climático traerá a la seguridad alimentaria. La tecnología transgénica que se nos vende es obsoleta, impredecible, conlleva riesgos y, como el genio en la botella, es imposible regresarlo una vez que se le ha dejado salir.

Finalmente, el quinto punto fue “la nación perdería irreversiblemente la soberanía tecnológica sobre su principal alimento básico...” (Turrent, 2015). Sin embargo, en agosto de 2015, otro juez revocó la prohi-

bición de 2013 a pesar de una coalición de activistas que apeló dicha decisión.

Los argumentos en contra del maíz genéticamente modificado se basaron en un estudio realizado por los biólogos Ignacio Chapela y David Quist de la Universidad de Berkeley, California y, publicado en la revista *Nature* el 29 de noviembre de 2001, que reveló que el maíz criollo de Oaxaca estaba contaminado con ADN transgénico, particularmente el promotor 35S y por el gen *Bt3*. En este estudio se reveló que “la manipulación genética no es estable, puesto que una vez que el OGM se cruza con otra planta, el transgen revienta y se inserta de manera incontrolada”. La empresa Monsanto llevó a cabo una campaña de desprestigio contra este estudio. Después de la publicación del artículo, Ignacio Chapela fue muy vigilado por las empresas afectadas, éste había trabajado durante 15 años con comunidades indígenas de Oaxaca a las que les enseñaba a analizar su entorno. De origen mexicano, este investigador había trabajado por varios años en la empresa suiza Sandoz, que después se convertiría en Novartis y, posteriormente, en Syngenta. Davis Quist, estudiante de Chapela, organizó un taller sobre OGM y, para enseñar los principios de la biotecnología, compararon una lata de maíz en conserva traída de los Estados Unidos con una muestra del maíz criollo tradicional que ellos producían y que los biólogos consideraban el más puro del mundo; su gran sorpresa fue descubrir que el maíz criollo contenía ADN transgénico, pues como se señaló líneas antes, la técnica de manipulación genética no es estable, ya que una vez que el OGM se cruza con otra planta, el transgen revienta y se inserta de manera incontrolada. En un artículo de la revista *Science* de marzo de 2002, se comenta que “dado que el comportamiento de un gen depende de su lugar en el genoma, el ADN desplazado podría crear unos efectos absolutamente imprevisibles” (Robin, 2008: 367).

Como complemento a estos estudios, debemos tener presente que:

Hay una correlación directa entre los suministros de alimentos modificados genéticamente, y los dos mil millones de dólares que los Estados Unidos gastan anualmente en asistencia médica, es decir, una epidemia de enfermedades crónicas relacionadas directamente con la dieta” (<http://mexico.blogsome.com>).

Como respuesta a la actitud de rechazo de los países europeos por los OGM, Monsanto ha buscado avanzar en los países en vías de desarrollo. El presidente Felipe Calderón (2006-2012), mediante el decreto presidencial del 6 de marzo de 2010, puso fin a la moratoria que existía desde 1998, iniciándose así el cultivo de este maíz genéticamente modificado, pero al poco tiempo, Monsanto solicitó aprobar otros 12 cultivos a los que se añadieron otros 12 que las empresas Dow y Pioneer-Dupont solicitaron. La Sagarpa, por su parte, avaló la actividad de estas empresas. El 27 abril de 2010 se llevó a cabo una manifestación en contra de Monsanto a las puertas de esta empresa ubicada en la colonia Santa Fe, Ciudad de México. La manifestación fue organizada por Greenpeace, Semillas de Vida, Asociación Nacional de Empresas Comercializadoras de Productores del Campo (Aneq), y de la productora y distribuidora cinematográfica Canana, que también buscaba promover el documental *Comida S. A.* realizado por Robert Kenner.

Con la llegada del presidente Enrique Peña Nieto (2012-2018), se temía que aumentara la superficie sembrada a dos millones de hectáreas del territorio nacional, empezando con los estados de Sinaloa y Tamaulipas (Grain, 2014). Durante su gobierno se le pidió constantemente al presidente que adoptara una postura clara respecto a esta problemática, cosa que nunca hizo, eludiendo el tema. Incluso un grupo de los principales chefs mexicanos le pidió que rechazara el cultivo del maíz transgénico (Economiahoy.mx, 2015). Sin embargo, fue durante su periodo presidencial cuando los OGM recibieron mayor apoyo. Para esto, fue fundamental la llegada a su equipo de trabajo del científico mexicano, Premio Príncipe de Asturias en 1991, el Dr. Francisco Bolívar Zapata, uno de los principales impulsores de los OGM en el país (Rosas, 2021).

Es una realidad que comercializadoras como Cargill e industrializadoras como Maseca, Mimsa y ADM, compran a los agricultores y venden a los molinos urbanos maíz en grano para fabricar masa, además de que elaboran harina de maíz. Como no es posible separar el maíz genéticamente modificado de aquél que no lo es, todas estas masas y harinas contienen maíz contaminado, además el gobierno mexicano se ha opuesto a etiquetarlo, así que es un hecho que todos los mexicanos lo consumimos (Grain, 2014).

Con una postura de rechazo, el actual Presidente de la República, Andrés Manuel López Obrador (2018-2024), emitió un decreto publicado en el *Diario Oficial de la Federación* del 31 de diciembre de 2020, en el cual:

...se establecen las acciones que deberán realizar las dependencias y entidades que integran la Administración Pública Federal, en el ámbito de sus competencias, para sustituir gradualmente el uso, adquisición, distribución, promoción e importación de la sustancia química denominada glifosato y de los agroquímicos utilizados en nuestro país que lo contienen como ingrediente activo, por alternativas sostenibles y culturalmente adecuadas, que permitan mantener la producción y resulten seguras para la salud humana, la biodiversidad biocultural del país y el ambiente (DOF, 2020).

Esto viene a ser una postura muy esperanzadora para los mexicanos, que confiamos en que antes de 2024 quede solucionado este problema. Hasta ahora, tanto Syngenta como Monsanto han buscado ampararse, sin conseguirlo (Aristegui noticias, 2021).

A pesar de este impulso, el juez Francisco Javier Rebolledo concedió a Monsanto una suspensión provisional al decreto presidencial, argumentando que no existe suficiente evidencia científica respecto a los daños a la salud que puede causar el maíz genéticamente modificado o el uso del *glifosato*, incluyendo un estudio de la Organización Mundial de la Salud, en el "que no consideran que el herbicida sea dañino para la salud" (Usla, 2021).

Este año 2023, ha habido comunicación (no muy amistosa) entre el gobierno mexicano y el gobierno norteamericano y, hasta ahora, el gobierno mexicano ha aceptado la importación de maíz genéticamente modificado como alimento de animales y para uso industrial, únicamente, mediante el decreto del 13 de febrero de 2023, que sustituyó al de diciembre de 2020. En este último decreto, se establece que se permitirá la importación de maíz genéticamente modificado sólo para consumo animal o uso industrial. Además, el gobierno mexicano pretende demostrar "con datos y con evidencia, que no ha habido afectación comercial y que el decreto es consistente con el propio tratado". De no existir arreglo, ambos gobiernos tendrán que resolverlo en un panel del TLCAN (Piz, 2023).

PRODUCCIÓN ACTUAL DEL MAÍZ EN LA CUENCA ALTA DEL RÍO LERMA (CARL)

Como una manera de entender qué sucede con la producción del maíz en la CARL y en el Estado de México en general, nos dimos a la tarea de revisar la producción de maíz en estos lugares en años recientes, sin incluir los últimos años en los que la crisis por el Covid 19 alteró la inercia productiva. Con datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) sobre la producción agrícola de la cuenca, se elaboró la Tabla 2 en la que se describe la producción de maíz de cada municipio de la CARL, la subcuenca a la que pertenecen y las superficies sembradas de maíz grano durante los años agrícolas 2013, 2016, 2019 y 2020 (en hectáreas), en donde se puede observar que las cantidades sembradas de este cereal fueron 247 777 ha para 2013, 258 148.40 ha para 2016, y sólo 221 380 ha para 2019. Para el año 2020 se volvió a incrementar ligeramente la superficie sembrada a 231 610.18 ha, sin embargo, la superficie cosechada fue de tan sólo 146 820.6 ha, es decir, 63.39% de la superficie sembrada. Estos datos confirman que ha habido una reducción en la producción de maíz en esta cuenca en los últimos años, donde la crisis del Covid 19, definitivamente, ha influido.

Las Tablas 3 y 4 muestran, para los años 2016 y 2020, respectivamente, comparativos sobre la producción del llamado *maíz grano* a nivel nacional, a nivel Estado de México y en la Cuenca Alta del Río Lerma. Esta información se obtuvo del Anuario Estadístico Geográfico México del Inegi y del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera de la Sagarpa.

Podemos observar, primero, de esta comparación entre 2016 y 2020, una disminución en la producción de la CARL, sobre todo en las hectáreas cosechadas. También es evidente que esta cuenca produce casi la mitad de maíz grano del Estado de México, de ahí su importancia y, asimismo, la gravedad de que este grano sea genéticamente modificado, lo que pudiera resultar perjudicial para la salud de quien lo consuma. La producción de maíz grano en el Estado de México, aunque ha bajado ligeramente su porcentaje, sigue siendo importante a nivel nacional (6.64%), sólo por debajo de la producción de los estados de Jalisco, Zacatecas, Durango, Aguascalientes y Chihuahua.

Tabla 2. Superficie sembrada de maíz grano en los años 2013, 2016, 2019 y 2020.

Municipio	Subcuenca	Número en plano	Superficie sembrada 2013 (ha)	Superficie sembrada 2016 (ha)	Superficie sembrada 2019 (ha)	Superficie sembrada 2020 (ha)	Superficie cosechada 2020 (ha)
Almoloya del Río	Alzate	6	428.2	455.20	205	205.5	110
Atizapán	Alzate	12	465.8	492.8	410	452.2	124.1
Calimaya	Alzate	18	5 150	5141.5	4 486	4 506.10	1 012
Calpulhuac	Alzate	19	900	960	629	629.1	110
Chapultepec	Alzate	27	710	717	670	715	150
Metepec	Alzate	54	3 249.10	3 240	1 740	1 741	1 075
Mexicalcingo	Alzate	55	700	730.10	688	689	455
Otzolotepec	Alzate	67	6 200	6 804	3 727	3 929	2 287
Rayón	Alzate	72	1 584	1 564	1 190	1 191	366
San Antonio la Isla	Alzate	73	1 984	1 544	1 500	1 510	486
San Mateo Atenco	Alzate	76	368.7	370	490	490.05	225
Temoaya	Alzate	87	9 418	9 375	7 550	8 261	1 235
Tenango del Valle	Alzate	90	7 578	7 459	6 540	6 541	1 605
Toluca	Alzate	106	17 052	17 111	14 440	14 438	5 801
Xonacatlán	Alzate	115	1 750	1 562	1 212	1 289	379.5
Almoloya de Juárez	Ramírez	5	26 500	21 910	22 152	21 905	14 620
Amanalco	Ramírez	7	6 600	6 200	4 581	4 580	3 893
Zinacantepec	Ramírez	118	11 088	11 029	8 999	9 001	1 437
San Felipe del Progreso	Tepetitlán	74	23 232	23 382	19 390	22 800	20 800
Atlaquilco	Tepuxtepec	56	12 225	10 961	9 855	10 212	8 689
Ixtlahuaca	Tepuxtepec	42	25 818	24 310	19 375	20 750	18 140
Jiquipilco	Tepuxtepec	47	13 155	12 550	11 955	12 760	9 391
Jocotitlán	Tepuxtepec	48	16 975	16 175	15 400	16 629	11 792
Temascalcingo	Tepuxtepec	85	14 100	13 521	13 390	14 730	12 036
El Oro	Solis	64	6 315	6 995	5 275	6 020	5 880
Acambay	Tepuxtepec	1	18 795	19 010	17 181	16 630	13 700
Timilpan	Tepuxtepec	102	3 620	3 640	3 156	3 347	2 280
Morelos	Tepuxtepec	56	7 590	7 357	7 455	7 581	6 100
Xalatlaco	Alzate	43	600	910	819	819.03	370
Joquicingo	Alzate	48	1 982	1 365	1 131	1 131	798
Lerma	Alzate	51	10 494	10 507	7 977	7 815	920
Ocoyoacac	Alzate	62	4 505.1	4 500	2 700	2 701	265
Texcalyacac	Alzate	98	950	978	762	762.2	150
Tianguiestenco	Alzate	101	5 500	5 322.80	4 350	4 850	139
TOTAL			247 777	258 148.40	221 380	231 610.18	146 820.6

Fuente: Elaboración propia con datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP).

Tabla 3. Superficie sembrada y cosechada de maíz grano nacional del Estado de México y de la CARL año 2016.

2016	Superficie sembrada	%	Superficie cosechada	%
Producción nacional	7 761 216.74		7 598 086.44	
Producción Edo. Mex.	531 528.69	6.84 de la producción nacional	530 008.69	6.97
Producción de la CARL	258 148.40	48.56 de la producción del Edo. Mex.	258 113.40	48.69

Fuente: Elaboración propia con datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP).

Tabla 4. Superficie sembrada y cosechada de maíz grano nacional del Estado de México y de la CARL, año 2020.

2020	Superficie sembrada	%	Superficie cosechada	%
Producción nacional	7 483 776.37		7 191 250.84	
Producción Edo. Mex.	498 695.64	6.66 de la producción nacional	484 136.64	6.73
Producción de la CARL	231 610.18	46.44 de la producción del Edo. Mex.	146 820.6	30.32

Fuente: Elaboración propia con datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP).

Tabla 5. Superficie sembrada semilla mejorada y semilla criolla (ha).

Año revisado: 2016					
	Superficie sembrada total	Con semilla mejorada	%	Semilla criolla	%
Nacional	15 309 631	10 591 575	69.18	4 718 056	30.81
Estado de México	726 737	320 124	44.04	406 613	55.95
Año revisado: 2019					
Nacional	13 961 479	9 860 921	70.6	4 100 559	29.37
Estado de México	667 744	396 243	59.3	271 501	40.65

Fuente: Elaboración propia con datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP).

Respecto al uso de fertilizantes, la superficie fertilizada a nivel nacional es de 69.05%, mientras que el porcentaje de la superficie fertilizada en el Estado de México es de 89.06%, lo que nos confirma el elevado porcentaje en el uso de sustancias nocivas en este estado del país. Debemos agregar que el cultivo del maíz grano en el Estado de México ocupa 62.91% de la superficie total de la producción en el mismo, así que podemos inferir que casi todo el maíz proveniente de esa entidad está tratado con fertilizantes o es maíz genéticamente modificado. Por otra parte, queremos resaltar aquellos estados que sobresalen por el NO uso de fertilizantes: Yucatán, Nayarit, San Luis Potosí, Oaxaca, Hidalgo y Nuevo León.

En relación con las *semillas mejoradas genéticamente*, en la Tabla 5 se presenta el porcentaje del uso de tales semillas en todos los cultivos para los años 2016 y 2019. Para el 2019, a nivel nacional representa 70.6% de la superficie sembrada, para el Estado de México representa 59.3% del total de hectáreas. Para el año 2016 las cantidades eran 69.18% a nivel nacional y 44.04% a nivel del Estado de México, lo que pone en relevancia cómo estos cultivos crecieron de manera importante en esa entidad, mientras que a nivel nacional crecieron poco. Estados del país que sobresalen por su NO uso de estas semillas mejoradas son Oaxaca, Hidalgo, Chiapas, Puebla y San Luis Potosí.

CONCLUSIONES

Hay que subrayar que en el caso del maíz, no sólo se trata de otra semilla genéticamente modificada, sino de la esencia cultural del pueblo mexicano. Ya en el *Popol Vuh* se describe cómo el maíz y la humanidad están indisolublemente ligados, además de que los mexicanos debemos sentirnos orgullosos de seguir siendo “los hijos del maíz”. Como pudimos darnos cuenta, el maíz está inmerso en lo más profundo de nuestra cultura, así que los anteriores presidentes mexicanos debieron haber tenido cuidado al permitir el ingreso de estos organismos genéticamente modificados (OGM), sin embargo, el temor de que no se firmara un nuevo tratado de libre comercio presionó a nuestros políticos, que han dejado en segundo lugar la salud del pueblo mexicano.

Entre los posibles daños que estos cultivos causan a la salud, está la posibilidad de que este tipo de alimentos provoquen el desarrollo de alergias. El cuerpo humano se enfrenta a nuevas proteínas, que nuestro sistema inmunológico reconoce como extrañas. Sin embargo, en el caso de los cultivos genéticamente modificados, la toxina es parte de cada una de las células de la planta, y no pueden ser lavadas antes del consumo, por lo que los problemas de alergias son inevitables. Otro problema que se perfila es la transferencia horizontal de genes: el material genético introducido, que es inestable, puede incorporarse en el material genético de otros organismos que se encuentren en el entorno (Ortega, 2008).

Datos sobre el cultivo del maíz en el Estado de México y en la Cuenca Alta del Río Lerma muestran que está disminuyendo la superficie sembrada de maíz, que el uso de fertilizantes es cada vez más intensivo, y que las semillas mejoradas ocupan una parte importante de tal producción. El uso de semillas mejoradas no ha logrado disminuir el uso de fertilizantes y, entre ambos, cubren casi toda la producción del Estado de México, y por tanto de la CARL.

Ante este panorama, el reciente decreto del presidente López Obrador abre una nueva etapa en la lucha contra sustancias y semillas nocivas para la salud. En mayo de 2021, un juez mexicano apeló por la prohibición de maíz genéticamente modificado (expansión.mx, 2021). Durante 2022, ha habido intercambio de comunicación entre los gobiernos mexicano y norteamericano

sin llegar a un acuerdo. El 13 de febrero de 2023, el gobierno mexicano emitió un nuevo decreto, sin embargo, todo indica que este asunto tendrá que resolverse en un panel internacional.

FUENTES CONSULTADAS

Bastida, M., et al. (Coord.) (2013). *Zanbatha. Valle de la Luna*. México: UAM Lerma.

Biblioteca Mexiquense del Bicentenario (2010). *Atlas de la Cuenca del Río Lerma en el Estado de México (compendio)*. Gobierno del Estado de México.

Diario Oficial de la Federación (DOF) (2020). México: Secretaría de Gobernación, 31 de diciembre de 2020.

Espinosa de la Mora, D. M. y Lazos, E. (2016). “Maíz viajero incansable”. *Revista Artes de México*, noviembre de 2016. México: *Semillas de Identidad II*.

Gallardo, J. (2007). “La contaminación del río Santiago”. *Revista Ciudades*, (73). México: Red Nacional de Investigación Urbana.

García, R. (2006). *Sistemas complejos*. Barcelona: Gedisa.

Gobierno del Estado de México (2000). *Atlas Ecológico de la Cuenca del Río Lerma*. En *Compilación de Atlas de la Cuenca Hidrológica del Río Lerma*. Gobierno del Estado de México.

Grain (2014). “Alarma: Avalancha transgénica en México”. *No toquen nuestro maíz*. México: Edición Grain.

Hernández C., J. M. (2010). Proyecto FZ016 “Conocimiento de la diversidad y distribución actual del maíz nativo y sus parientes silvestres en México. Segunda etapa 2008-2009”. Informe final del Estado de México y D. F. INIFAP, Campo Experimental Valle de México.

Inegi. Censo de Población y Vivienda 2010 y 2020.

Inegi. Censo de Población y Vivienda 2015.

Inegi (2020). *Anuario Estadístico Geográfico México*.

Kenner, R. (Dir.) (2009). *Documental Comida*, S. A. EUA: Kenner, Pearlstein, Roberts.

Marielle, C. (2011). “El maíz, un bien común milenar en peligro”. En Escalante Gonzalbo, Pablo. *La idea de nuestro patrimonio histórico y cultural. El patrimonio histórico y cultural de México (1818-2010)*, Tomo II. México: Conaculta.

Meadows, D. et al. (1972). *Los límites del crecimiento*. México: Fondo de Cultura Económica.

Mollison, B. y Mia, R. (2007). *Introducción a la permacultura*. Italia: Terra Nuova Edizioni.

Ortega, R. (2008). “Maíz transgénico: riesgos y beneficios”. *Revista Universidad de Sonora*, (22), julio-septiembre. México.

Robin, Marie-Monique (2008). *El mundo según Monsanto*. Barcelona: Península.

Sagarpa (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). Gobierno de México (www.gob.mx) (consultado el 3/jul/2017)

Serratos, J. A. (2012). *El origen y la diversidad del maíz en el continente americano*. México: Greenpeace-Universidad Autónoma de la Ciudad de México. En www.greenpeace.org.mx.

Sin autor (2016). “Dura lucha por detener la liberación de maíz transgénico en tierras mexicanas”. *Revista Cauce*. México: UAM Xochimilco.

Sin autor (1993). “El reto de la agricultura en el Estado de México”. *Claridades Agropecuarias* (septiembre de 1993). México: RCA, Agencia de Servicios a la Comercialización y Desarrollo de Mercados Agropecuarios de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.

Referencias electrónicas

Aristegui noticias, “Revés a transnacionales para que no siembren maíz transgénico”, 10 de marzo de 2021. En aristeguinoticias.com (Consultado el 11/04/2021).

Crespo, R. (s/f). “Los mayores productores de alimentos transgénicos”. Aporrea. En

- www.aporrea.org/internacionales/a178129.html (Consultado el 05/03/2018).
- Expansion.mx (26 de agosto 2015). "Chefs mexicanos piden a Peña Nieto rechazar el cultivo de maíz transgénico". En <https://expansion.mx/economia/2015/08/25/chefs-de-alta-cocina-piden-prohibir-siembra-de-maiz-trans> (Consultado el 05/03/2018).
- Galindo Fentanes, Enrique (2010). "Teocintle: el ancestro del maíz". *Claridades Agropecuarias*, (201). México: RCA, Agencia de Servicios a la Comercialización y Desarrollo de Mercados Agropecuarios de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. En www.infoaserca.gob.mx/claridades/marcos.asp.
- Hernández Alcántara, Martín (28 de septiembre de 2014). "Ratifican a magistrado que prohibió la siembra de maíz transgénico en México". *La Jornada de Oriente*. En www.lajornadadeoriente.com.mx/puebla/ratifican-a-magistrado-que-prohibio-siembra-de-maiz-transgenico-a-monsanto/ (Consultado el 05/04/2021).
- <http://mauri-biotecnologia.blogspot.mx/2008/10/principales-empresas-y-paises.html> (Consultado el 05/03/2018).
- <http://mexico.blogsome.com/2011/04/23/1265/>. (Consultado el 03/05/2012).
- http://redlerma.uaemex.mx/index.php?option=com_content&task=view&id=39&Itemid=20 (Consultado el 08/01/2011).
- Ita, Ana de (2009). "México, nuevo basurero de Monsanto". *La Jornada*. En www.jornada.com.mx/2009/05/16/index.php?section=opinion&article=018a1po (Consultado el 03/05/2011).
- México Desconocido* (30 de agosto de 2010). "El maíz, grano y sustento de México". *México Desconocido*. En www.mexicodesconocido.com.mx/gente-de-maiz-maiz-de-la-gente.html (Consultado el 03/07/2017).
- México Desconocido* (s/f). "Las voces del maíz". *México Desconocido*, (318). En www.mexicodesconocido.com.mx/las-vozes-del-maiz (Consultado el 30/01/2020).
- México Desconocido* (s/f). "Teocintle, antepasado del maíz". *México Desconocido*. En www.mexicodesconocido.com.mx/teocintle-antepasado-del-maiz (Consultado el 30/01/2020).
- Piz, V. (2023). "El tono y en el 'modito' en el conflicto del maíz". *Dinero, Fondes y Valores* (revista electrónica), 8 de marzo de 2023. *Economía Mercados Nacional Opinión Televisión Fox Sports MéxicoEstados*.
- Rosas, O. (2021). "Laureado científico peñista que abrió México... a Monsanto y Bayer", 1 de octubre de 2021. *Sin embargo.mx* (revista electrónica). En www.sinembargo.mx (Consultado el 01/10/2021).
- Serrano, Carlos (2020). "Dark Waters: el multimillonario escándalo en el que Dupont fue hallada culpable de enfermar con 'químicos eternos' a miles de personas en EE.UU". BBC News Mundo 9 de marzo de 2020 (www.bbc.com) (Consultado el 19/01/2022).
- Serratos, J. A. (2012). *El origen y la diversidad del maíz en el continente americano*. México: Greenpeace, Universidad Autónoma de la Ciudad de México. En www.greenpeace.org.mx.
- Turrent Fernández, Antonio (2015). "No más permisos al maíz transgénico". *La Jornada* (22/01/2015). En www.jornada.com.mx/2015/01/22/opinion/020a2pol (Consultado el 05/05/2021).
- Usla, H. (2021). "Monsanto gana 'round' al gobierno sobre glifosato y maíz transgénico", publicado el 26 de abril de 2021. *El Financiero*. En elfinanciero.com.mx (Consultado 27/04/2021).
- Valle, M. (2021). "AMLO prohíbe el maíz transgénico y el glifosato en México: en 2024 se deberá eliminar el herbicida y las semillas genéticamente modificadas", publicado 4 de enero 2021. En www.xataka.com.mx política (Consultado el 23/03/2021).
- Vidal, J. (2016). "Tres grandes empresas están a punto de controlar la mayoría de los suministros agrícolas del mundo". En www.eldiario.es/theguardian/alimentario-grandes-empresas-acaparen-semillas_0_564493892.html.
- Webber, J. (2016). "En México debaten prohibición del maíz transgénico". México: *Diario El Financiero*, 14 de enero de 2016. En www.elfinanciero.com.mx/financial-times/en-mexico-debaten-prohibicion-del-maiz-transgenico.html.
- www.greenpeace.org/espana/es/Trabajamos-en-Transgenicos/ (Consultado el 03/05/2012).
- www.slideshare.net/drvargas43/transgenico-presentation#btnNext (Consultado el 03/05/2011).
- www.kaosenlared.net/noticia/mexico-monsanto-petate-muerto (Consultado el 28/04/2011).
- www.greenpeace.org/mexico/es/Prensa1/2014/Enero/Detecta-Greenpeace-contaminacion-industrial-en-cuencas-Lerma-y-Atoyac/ (Consultado el 28/02/2018).
- www.aporrea.org/internacionales/a178129.html (Consultado el 28/02/2018).
- www.infoagro.com/agricultura_ecologica/transgenicos.htm (Consultado el 05/03/2018).
- www.expansion.mx del 24/05/2021 (Consultado el 20/09/2021).