

JUAN PABLOS EDITOR
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS

Maíz, *axis mundi*

Maíz y sustentabilidad

José Antonio Gómez Espinoza



Maíz, *axis mundi*
Maíz y sustentabilidad

Maíz, *axis mundi*
Maíz y sustentabilidad

José Antonio Gómez Espinoza



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS
JUAN PABLOS EDITOR
México, 2011

Gómez Espinoza, José Antonio

Maíz, *axis mundi* : Maíz y sustentabilidad / José Antonio Gómez Espinoza. - - México : Juan Pablos Editor : Universidad Autónoma del Estado de Morelos, 2011.

166 p.

ISBN 978-607-7771-39-5 UAEM

ISBN 978-607-711-002-6 Juan Pablos Editor

1. Cosmogonía – México 2. Maíz – Cultivo - México 3. Variedades de maíz – Mejoramiento selectivo 4. Variedades de maíz – Aspectos socioeconómicos I. tít.

LCC F1219.3C65 G66

DC 972.01 G6332

MAÍZ, *AXIS MUNDI*.

MAÍZ Y SUSTENTABILIDAD

José Antonio Gómez Espinoza

Primera edición, 2011

D.R. © 2011, José Antonio Gómez Espinoza

D.R. © 2011, Universidad Autónoma del Estado de Morelos

Av. Universidad 1001

Col. Chamilpa

62209, Cuernavaca, Morelos

<www.uaem.mx>

D.R. © 2011, Juan Pablos Editor, S.A.

2a. Cerrada de Belisario Domínguez 19,

Col. del Carmen, Del. Coyoacán

04100, México, D.F.

<imprejuan@prodigy.net.mx>

Ilustración de portada: *Niños con maíz en las manos*

y escaneado de página 53 del *Códice Borgia*

ISBN: 978-607-7771-39-5 UAEM

ISBN: 978-607-711-002-6 Juan Pablos Editor

Impreso en México

Reservados los derechos

A don Delfino Gómez Pacheco, mi padre, campesino, poeta y soñador, cuyo pensamiento, actitud y actuar me han enseñado desde niño el cariño y el orgullo por nuestros valores culturales que hoy dan identidad y rumbo a mi quehacer científico y cotidiano y cuya fortaleza física y de espíritu a sus 90 años se mantiene como la del árbol de encino que crece en la tierra que nos vio nacer.

ÍNDICE

PRÓLOGO	11
PRESENTACIÓN	15
EL MAÍZ	19
Introducción	19
Generalidades	23
Origen	23
Evolución	25
Maíz e identidad	29
Revolución verde: su impacto	30
Maíces criollos y transgénicos	36
Sistemas de producción	40
Sistema de producción para el autoconsumo	40
Sistema de producción para el mercado	44
Usos del maíz	45
El mito del maíz vs. el del libre mercado	47
El mito del maíz	47
El mito del libre mercado	62
La tortilla y el mito del libre mercado	66
La ciencia agrícola: una historia del maíz	69
Maíz, eje rector del desarrollo de la ciencia agrícola	70
Una ventana a la historia de la ciencia agrícola	76
Algunas reflexiones	88
Los protagonistas	88
El maíz en la historia y en el presente	89
Dos escenarios, dos tradiciones de la ciencia agrícola	90
Construcción del futuro deseable	91
Mejoramiento genético de maíz criollo	92

Elementos para la mejora de maíces criollos	97
Mejoramiento indígena del maíz	103
¿Cómo se realiza el fitomejoramiento?	104
Obtención de híbridos	105
Obtención de variedades	105
Selección masal	106
Selección masal estratificada	106
Mejora para resistencia a la sequía	108
Mejoramiento para bajar la altura	109
Medición del avance de la mejora genética	110
Algunas reflexiones	112
¿Por qué seguir sembrando maíz?	112
Razones ecológico-productivas	114
Razones culturales e históricas	116
Razones económicas y sociales	117
HACIA UNA SUSTENTABILIDAD AGRÍCOLA	121
Introducción	121
Consideraciones sobre el medio	122
¿Unicidad o pluralidad de la racionalidad?	125
Enfoque sistémico y orgánico	125
Marco legal para la sustentabilidad agrícola	126
Minifundio y sustentabilidad	129
La familia	130
El género	130
Cultura y saberes	130
La agricultura ¿qué rumbo tomará?	131
Construyendo una agricultura para el futuro deseable	136
La milpa, ¿un modelo sustentable?	137
Los escenarios de la agricultura nacional	138
Otras técnicas agrícolas en los Altos de Morelos	144
Saberes para determinar cuándo sembrar	145
Saberes sobre conservación y fertilidad del suelo	147
Almacenamiento de granos y semillas	147
La selección de la semilla	149
Rituales agrícolas	150
A MANERA DE CONCLUSIÓN	153
BIBLIOGRAFÍA	159

PRÓLOGO

Desde mediados del siglo pasado, en el contexto de la llamada “revolución intelectual”, se hicieron serios cuestionamientos a los paradigmas dominantes. De esta manera se hizo evidente que paradigmas como el del positivismo en la ciencia, la enseñanza disciplinaria en la educación, la eficiencia y la productividad con base en la explotación de la naturaleza en la producción primaria no podían sostenerse.

En la agricultura, el modelo de la revolución verde en los años cincuenta y sesenta del siglo pasado mostró sus bondades al incrementar los rendimientos de básicos como maíz, trigo y arroz en más del cien por ciento por unidad de superficie. Con estos resultados sorprendentes, las predicciones malthusianas quedaban superadas. Se había encontrado la panacea al problema de la alimentación mundial. Sin embargo, los avances en la producción mediante la creación de nuevos genotipos (híbridos y variedades) no pudieron continuarse, ya que después de dos décadas la reserva genética se había agotado. Los nuevos genotipos ya no muestran los incrementos sorprendentes de los primeros años de mejoramiento.

Además se evidenció que el paquete tecnológico *sine qua non* para que los nuevos genotipos expresaran su potencial dejó una secuela de impactos negativos sobre el medio, generados por un proceso entrópico y depredador de la naturaleza.

Se tienen múltiples ejemplos de los efectos de la agricultura moderna sobre el medio, tales como las erosiones genética y cultural; la pérdida de fertilidad de suelos antes fértiles y hoy salinos por aplicaciones sistemáticas de sales como fertilizantes inorgánicos; de igual manera, de pérdida de biodiversidad por selección de caracteres de rendimiento en detrimento de caracteres de rusticidad y adaptación; la contaminación de suelos por la aplicación de agroquímicos del paquete tecnológico de este modelo de producción agrícola. Estos

y otros muchos aspectos hacen insostenible una agricultura bajo los cánones de la revolución verde.

Es decir, junto con las bondades de la agricultura moderna representadas por variedades e híbridos rendidores y paquetes tecnológicos que permiten la expresión del potencial de dichos genotipos, se han manifestado también efectos que impactan el medio físico, biótico y social.

Esta situación ha sido contemplada, estudiada y consensuada de manera colegiada en conferencias internacionales que sugieren propuestas sustentables impostergables.

En este contexto se ubica la presente obra, *Maíz, axis mundi*, cuyo autor, el ingeniero agrónomo y doctor José Antonio Gómez Espinoza, desglosa en dos capítulos: “El maíz” y “Hacia una sustentabilidad agrícola”.

Es oportuno resaltar que Gómez Espinoza, a partir de su formación agronómica y biológica adquirida mediante sus estudios de licenciatura y maestría primero, y después con una visión integral que se evidencia en su trabajo de tesis doctoral “Saberes agrícolas tradicionales: rescate, sistematización y su incorporación a las instituciones de enseñanza agrícola superior”, aborda desde una perspectiva transdisciplinar la necesidad de arribar a una agricultura sustentable. Debe añadirse que además de las formaciones y enfoques académicos, el autor se ha nutrido de una vasta experiencia vivencial adquirida desde su infancia con la práctica de campo y las narraciones de sus ancestros en su pueblo natal, Huitzilac, comunidad indígena de los Altos de Morelos.

En el primer capítulo, el autor hace un recorrido por la historia del maíz, su evolución, origen y la simbiosis con el hombre de Mesoamérica, así como de sus usos y su forma de cultivo, haciendo hincapié en el sistema prehispánico conocido como “milpa”, cuyas características de biodiversidad y conservación se enuncian aquí. Explica también el porqué de la terquedad de los indígenas y campesinos por seguir sembrando maíz criollo con sus métodos y técnicas tradicionales, no sólo desde la perspectiva de producción y de autosuficiencia alimentaria de la familia campesina, sino también como la explicación de la identidad y la razón de ser del hombre de estas latitudes, a través de un trabajo de investigación de hermenéutica simbólica que el autor presentó en el XXX Congreso Internacional de Americanística, celebrado en Perugia, Italia, recientemente.

También se incursiona en la parte técnica de la mejora genética con un análisis crítico del quehacer de la ciencia agrícola desde los años cuarenta del siglo próximo pasado hasta nuestros días. Como

colofón del primer capítulo hace un análisis comparativo del modelo de producción de milpa en el contexto de la agricultura moderna.

En el segundo capítulo, Gómez Espinoza examina diversos elementos éticos y filosóficos en que se contextualiza la sustentabilidad. Es relevante la reflexión sobre la definición que se tiene del concepto “hombre” en cada etapa histórica para proponer el concepto de *hombre cosmos*, donde los semejantes no sólo son los humanos o los vivientes, sino también los no vivientes. Remata las reflexiones de este capítulo con el cuestionamiento: ¿cuál es el rumbo que tomará la agricultura? La respuesta la aborda el autor bajo un enfoque constructivista de la historia, a la manera de Isaiah Berlin, de suerte que se propicie la construcción de la nueva sociedad, la sociedad sustentable.

La lectura del libro es ágil, con una exposición que invita al lector a recorrer caminos no trillados por los que incursiona el autor. Los temas se abordan con cierto lenguaje coloquial que da más vivencialidad al desarrollo, por lo que es una obra escrita para un público amplio, entre quienes están los estudiantes de ciencias naturales y sociales, investigadores, profesores y público en general.

Gabriel Baldovinos de la Peña
Junio de 2011, Ciudad Universitaria
Campus Chamilpa, UAEM

PRESENTACIÓN

Casi paralelamente al establecimiento del hombre en tierras mesoamericanas, hizo su aparición una planta en cuyos orígenes encuentran sus raíces la etnohistoria, la religión y el mito: la planta del maíz.

Si bien no se tienen evidencias históricas del origen del maíz, pues aún no hay consenso acerca de su posible antecesor, sí se tienen múltiples evidencias en toda Mesoamérica de su vinculación simbiótica con el hombre.

En efecto, el desarrollo de las culturas de estas latitudes no se puede concebir sin la presencia del maíz, que se convierte en lo que los sabios mesoamericanos, los *tlamatinime*, identificaban como el *neltiliztli*, es decir, el corazón, la raíz o el fundamento de las cosas.

En la simbiosis hombre-maíz, este último ha perdido sus elementos de dispersión natural, de suerte que sólo puede reproducirse a través del ritual cíclico de siembra que el mesoamericano realiza cada primavera, desde hace más de cinco mil años.

El maíz, bajo el sistema de cultivo prehispánico de la *milpa*, no sólo se ha constituido como el alimento básico que nutre el cuerpo mortal del hombre de estas latitudes, sino también como el alimento de su espíritu. De aquí que este cereal fundamenta la razón de ser, que le da sentido a la existencia humana del indígena mesoamericano, del *hombre de maíz*. Esto explica en buena medida la “terquedad” del indígena de sembrar maíz criollo, el maíz de los pobres, aun cuando los paradigmas de la modernidad y del progreso indican que es más fácil comprarlo que producirlo.

Esta concepción se evidencia en una cosmovisión mesoamericana cuyo núcleo duro, a decir de López Austin, es el maíz, y su cultivo el sistema de milpa, el cual se expresa en la religión, los mitos y los rituales. Estos mitos se transmiten de generación en generación, como también en el arte y la arquitectura prehispánica y en

diferentes códices que aún se conservan o en narraciones recolectadas por los primeros etnólogos de Mesoamérica, como fray Bernardino de Sahagún.

En el Códice Borgia se presenta un símbolo que ha sugerido el título de este libro, donde aparece una enorme planta de maíz cuyas raíces se profundizan y nutren en el reino del Mictlan. La planta emerge victoriosa de las entrañas de Mictlantecutli, quien muestra el dolor de parto al dar a luz a una majestuosa planta de maíz en medio del mundo a la manera del *axis mundi* (centro del mundo), para dar como frutos ocho enormes mazorcas antropomorfizadas de color rojo, amarillo y negro, teniendo como testigos divinos de esta epifanía a dos dioses protagonistas de la dialéctica cosmológica del mito nahuatleco.

En este libro se abordan dos de las aristas del poliedro temático sobre el cultivo del maíz: en el primer capítulo se consideran algunas generalidades del maíz, a la manera de una descripción monográfica; el segundo capítulo versa sobre la sustentabilidad agrícola discutiendo conceptos ético-filosóficos, así como una propuesta de acción.

Se incursiona en el mundo misterioso del origen de esta planta, cuya aparición se estima ocurrió hace más de cinco mil años, como un pasto más en tierras mesoamericanas. A partir de su aparición se hace un recorrido sobre su proceso evolutivo, hasta llegar a constituirse como la planta de maíz que actualmente conocemos, proceso en el que intervinieron las fuerzas naturales de selección y la participación decidida del hombre.

También se reflexiona sobre el proceso identitario que hunde sus raíces en la tradición y el mito del maíz de estas tierras. Después se hace un análisis de cómo la llamada revolución verde ha impactado en el ritual cíclico de la siembra de maíz, en especial de maíz criollo. No podía dejar de estudiarse, desde la perspectiva de los principios más elementales de la genética moderna, el impacto que puede tener la siembra de maíz transgénico, en especial sobre la biodiversidad de los maíces nativos. Se continúa esta monografía del maíz con una contrastación de las características de dos sistemas de producción que prevalecen en México, uno para el mercado y otro para la autosuficiencia alimentaria. Una primera versión de este apartado apareció como un capítulo del libro *Maíz, realidad y utopía*, tomo 1.

En el siguiente apartado del primer capítulo, “El mito del maíz vs. el del libre mercado”, se presenta el resultado de un trabajo de investigación de hermenéutica simbólica sobre el maíz en el mito

mesoamericano, que incursiona en las motivaciones más profundas que explican la terquedad de la siembra del maíz criollo con sistemas ancestrales. El mito fundacional del maíz, que da razón de ser y sentido a las acciones y actitudes de una sociedad, se contrasta con el mito del libre mercado, entendiendo al mito en este segundo caso en su acepción peyorativa de mentira o engaño.

En este mismo capítulo se hace un recorrido histórico sobre el desarrollo de la ciencia agrícola en la historia contemporánea a través de la rica narración de uno de sus protagonistas, identificando al maíz como eje vertebrador del quehacer científico agrícola.

Un tema que parece estrictamente técnico, el mejoramiento genético del maíz criollo, se aborda desde la perspectiva crítica de dos grandes sistemas de mejoramiento genético del maíz, que se han desarrollado en el país hasta finales de la centuria pasada: el de producción de híbridos y el de variedades; esta discusión parte de algunos elementos teórico-técnicos sobre la pertinencia del enfoque y el rumbo que debiera tener la mejora de maíz criollo en México, con miras en la autosuficiencia y la soberanía alimentaria.

El primer capítulo se cierra con algunas reflexiones en torno a por qué seguir sembrando maíz en México. Las reflexiones se abordan desde tres ámbitos: el socioeconómico, el histórico-cultural y el ecológico-productivo.

El segundo capítulo es en realidad un intento de participar en la construcción de una nueva sociedad, la sociedad sustentable, bajo el supuesto de que el planeta no puede sobrevivir en el contexto del paradigma de explotación de la naturaleza. Se presenta una reflexión del ambientalismo desde la ética kantiana y la necesidad de entender al hombre ya no como *hombre individual*, ni como *hombre persona*, sino con una nueva categoría de *hombre cosmos*. Asimismo, se hace un cuestionamiento sobre la episteme oficial y la necesidad de una episteme emergente que contemple los contextos y sus relaciones de complejidad, así como los elementos subjetivos de la realidad que la lógica cartesiana ha ignorado.

También se abordan temas como el del marco legal de la sustentabilidad en México y el minifundio. En seguida se presenta un ensayo prospectivo de la agricultura en función de la nueva época histórica que está en gestación.

El segundo capítulo cierra con una propuesta concreta de un modelo de agricultura sustentable que aún persiste en las comunidades indígenas de Mesoamérica: la milpa. Se analizan dos escenarios de la agricultura nacional, haciendo énfasis en las características del sistema tradicional que se sustenta en saberes agrícolas here-

datos de generación en generación desde hace casi cinco milenios. Estos saberes van desde la mejora genética del maíz, las formas de almacenamiento y conservación de los granos, saberes sobre fertilidad de suelos, hasta los de predicción del temporal para decidir qué y cuándo sembrar. Se evidencia una lógica de supervivencia en este sistema de producción agrícola sustentado en la biodiversidad y prácticas conservacionistas y una relación de respeto con la naturaleza en un contexto de sacralidad expresado en una cosmovisión que se manifiesta en mitos y rituales que aún se realizan en comunidades indígenas de México.

El último capítulo, “A manera de colofón”, presenta una serie de reflexiones sobre la sustentabilidad agrícola como una necesidad impostergable en la producción primaria, la necesidad del rescate de la herencia cultural heredada desde tiempos prehispánicos y la necesidad de un *neltiliztli*, una raíz, un fundamento que le dé sentido al quehacer del hombre de estas tierras, proponiendo al maíz como eje vertebrador y como símbolo de una epifanía y cosmovisión mesoamericana.

EL MAÍZ

INTRODUCCIÓN

El maíz, tlayol (semilla de los dioses), planta mágica que dio sustento a civilizaciones y culturas prehispánicas, se origina de un entorno misterioso, mágico y místico, que hace aún más seductora la historia de este cereal, el cual se ha constituido en el acompañante más fiel e indispensable del hombre de estas latitudes.

En efecto, por más de cinco mil años se ha dado una relación estrecha, casi simbiótica, entre el maíz y el hombre mesoamericano desde su llegada al continente, así como durante su desarrollo, crecimiento y expansión, y que aún se expresa a través de su cultura, su identidad, su economía y sus relaciones sociales.

El maíz reviste una importancia estratégica para el habitante de estas latitudes, en especial para el mexicano, ya que como alimento básico de su dieta se diversifica con increíble creatividad en productos que van desde la insustituible tortilla nixtamalizada, los tlacoyos o el pozole, hasta una interminable lista de platillos tradicionales y exóticos que no sólo colman el hambre sino también satisfacen los paladares más exigentes.

Es un hecho que los ciclos del maíz están íntimamente ligados a los ciclos biológicos, sociales, económicos y místicos del hombre de estas tierras, por lo que esta planta se constituye en el eje vertebrador de nuestra cultura, nuestra historia, nuestra identidad y nuestra nutrición.

El cultivo del maíz no sólo explica de manera fehaciente nuestra historia y devenir, nuestros orígenes y costumbres; es parte de nuestra esencia misma. Así lo describe sabiamente Guillermo Bonfil cuando dice que “maíz, sociedad, historia y cultura son inseparables. Nuestro pasado y nuestro presente tienen su fundamento en el maíz. Somos gente de maíz”. Como veremos, el maíz no sólo re-

presenta el alimento del cuerpo mortal del mesoamericano, sino también su espíritu inmortal.

Barros y Buenrostro (1997) explican que cada cultura mesoamericana se desarrolló en torno a un tipo o raza de maíz. De esta manera, nuestros ancestros, con esmero, paciencia e inteligencia, seleccionaron, mejoraron y adecuaron la planta de maíz a cada condición climática, edáfica, ecológica y antropológica para poder cultivarla en cada agrohábitat.

Hernández Xolocotzi y Edwin Wellhausen, en 1951, publicaron un trabajo sobre razas de maíz en México e identificaron 32. En la actualidad se han identificado más de 50 razas que se adaptan a todo el mosaico ecológico y geográfico mesoamericano.

De acuerdo con una comunicación personal con Abel Muñoz, que junto con Fidel Márquez es uno de los pilares de la investigación maicera en México, el maíz es el único cereal que ha sido inventado por el hombre. Para su creación se necesitó la conjunción de las fuerzas selectivas evolutivas de la naturaleza desde su más probable progenitor, el *teozintle*, hasta los procesos de selección, mejoramiento y adaptación realizados por el hombre, que según varios autores lleva ya más de seis mil años y cuyo proceso ha dado como resultado la planta de maíz tal como hoy la conocemos. Se tienen evidencias, por las primeras plantas de maíz encontradas en el valle de Tehuacán, Puebla, que éstas tenían mazorcas de apenas unos tres centímetros de largo, pocos granos y prácticamente sin *totomoxtle* (hojas modificadas que envuelven al elote del maíz).

El maíz manifiesta una increíble diversidad morfológica y fisiológica, lo cual ha permitido al productor mesoamericano adaptar este cultivo a los más variados nichos ecológicos. En efecto, se cultiva en alturas que van desde el nivel del mar hasta tres mil metros de altura. Lo mismo se ha adaptado y domesticado en el trópico húmedo con lluvias de casi cuatro mil milímetros anuales, que en las zonas semidesérticas de la República con menos de 600 milímetros de precipitación. Se produce en suelos arcillosos o arenosos, se siembra en los valles y también en las montañas.

Actualmente este cultivo, por su diversidad genética y adaptación tan amplia, se siembra en prácticamente todo el mundo y es el tercer cereal más cultivado a escala mundial. Sus usos son tan diversos que van desde la elaboración de tortilla, como materia prima en la industria farmacéutica, en la química, en la aeronáutica, hasta los más sofisticados procesos industriales.

Sin duda alguna, una de las mayores contribuciones que México (país de su origen) aporta al mundo es el maíz.

Por cerca de siete milenios los mexicanos han venido mejorando al maíz a través de procesos de selección con la finalidad de reproducir los genotipos más rendidores y mejor adaptados al entorno. Para ello han utilizado técnicas diseñadas a partir de conocimientos empíricos y ancestrales que se transfieren verbalmente de generación en generación.

A mediados del siglo pasado, con técnicas basadas en los principios descubiertos por Gregorio Mendel sobre la transmisión de caracteres de una generación a otra, que en el argot académico se conoce como *fitomejoramiento*, se hace eficiente el proceso de mejoramiento del maíz, obteniéndose nuevos genotipos que se conocen como variedades e híbridos.

Sin embargo, maíces que resultan de estas técnicas modernas de mejoramiento, al llevarse al terreno de los productores, especialmente los temporaleros, no tienen el rendimiento esperado. Incluso, bajo las condiciones promedio del campo mexicano, rinden menos que los maíces criollos originales o no mejorados con la genotecnia moderna inventada en el siglo pasado.

Las nuevas semillas híbridas y otras variedades, para manifestar su potencial de rendimiento requieren de un paquete tecnológico *sine qua non*, de otra forma no se pueden manifestar las bondades de esta tecnología, que entre otros factores requiere de riego, que en México sólo existe en 25 por ciento del área cultivable; superficies planas para uso de maquinaria, aunque en el país 80 por ciento presenta topografía accidentada; uso masivo de fertilizantes químicos, pesticidas para el control de insectos, enfermedades y malezas; siembra de monocultivo en contraposición a los cultivos asociados en la agricultura tradicional mexicana; semillas mejoradas adquiridas a costos elevados en cada cosecha y desde luego capital disponible para la adquisición oportuna de los insumos de este paquete.

Es obvio que las condiciones enunciadas no son las que prevalecen en el campo mexicano, sobre todo donde se siembra maíz.

Por increíble que parezca, el maíz, que es nuestro alimento básico y originario de estas latitudes, tiene que importarse cada vez en mayores volúmenes. Las superficies sembradas con maíz son menos cada vez, sobre todo en los terrenos de riego, ya que los costos de producción nacionales son más altos que los que se dan a escala internacional, en tanto que los precios de venta son más bajos en el mercado externo. En consecuencia, en los mejores terrenos, con superficies planas, con buena textura, fertilidad y riego, se privilegia la siembra de cultivos que por ventajas comparativas, sobre todo

de orden climático y edáfico, reporten más ingresos al productor, como las flores y las hortalizas.

En las zonas marginales con escasas lluvias, suelos en pendiente y erosionados se sigue sembrando maíz, sin importar los precios del mercado, ya que en estas condiciones se produce para la autosuficiencia. Aquí se siembra y se seguirá sembrando maíz, el maíz de los pobres, el maíz criollo que la revolución verde no modificó.

El maíz en Mesoamérica, y de manera muy particular en las comunidades de origen indígena de México, tiene que ver con la comida y la economía, pero también con nuestra historia y nuestra cultura. Los ciclos del maíz coinciden con los ciclos del hombre del medio rural, y tienen connotaciones mitológicas y sagradas. Tiene que ver con la esencia y el origen del hombre de Mesoamérica; tiene que ver con la misión, la razón de ser del hombre en su tránsito por la Tierra.

En el *Popol Vuh* (1978), al narrar la génesis del hombre, se menciona que después de que los *hacedores* del mundo decidieron la creación del hombre, ensayaron a partir de diferentes elementos, de barro primero y madera después; sin embargo fueron eliminados, pues los primeros “estaban aguados, no tenían consistencia”, y los segundos no tenían alma, no se acordaban de su creador, por lo que fueron destruidos. Finalmente, después de un consejo de los dioses, se decidió crearlo con pasta de maíz, ya que este material le confería la condición humana que lo diferencia de las otras especies del planeta.

IncurSIONAR en el tema del maíz es arribar a un ámbito apasionante y misterioso que incluso puede explicar acciones, actitudes y construcciones sociales a partir de sus orígenes, sus formas de cultivo, sus usos religiosos, medicinales, su evolución, su mejoramiento y su futuro. Para los mexicanos, y en general para los habitantes de Mesoamérica, hablar del maíz es referirse a la historia, identidad, esencia y cultura heredada de los ancestros, es hablar del significado de la cotidianidad y de la razón de ser más profunda de la existencia del hombre de estas latitudes.

En este primer capítulo se aborda el origen de la planta del maíz desde sus más probables progenitores; en seguida se hace un recorrido de su evolución y sus características míticas, que le confieren a este cereal el carácter de elemento identitario. Después, al identificar algunas características del sistema de producción moderno basado en genotipos mejorados por la geotecnia moderna y el uso de paquetes tecnológicos conocido como revolución verde, se hace una serie de reflexiones sobre el impacto que ha tenido sobre la siem-

bra del maíz, así como los productos de la ingeniería genética conocidos como transgénicos. Se contrasta también el sistema tradicional indígena con los sistemas modernos de producción agrícola, y se presenta una breve descripción de algunos usos del maíz.

Para continuar se incursiona desde la hermenéutica simbólica en las razones por las que el indígena insiste en seguir sembrando el maíz con el sistema de la *milpa*, acudiendo al mito mesoamericano que se contrasta con el mito del libre mercado.

El estudio de la ciencia agrícola en México que se sugiere en este trabajo se describe a grandes rasgos mediante una serie de entrevistas con uno de los protagonistas de la ciencia agrícola nacional.

En este capítulo también se abordan los dos grandes enfoques del mejoramiento genético y se hace una reseña de los elementos de la genética y del mejoramiento por considerar para un fitomejoramiento pertinente para la realidad del agro nacional.

El capítulo cierra con una reflexión acerca de algunas razones por las cuales debiera seguirse sembrando maíz en México, aunque las ventajas comparativas y los precios internacionales indiquen lo contrario.

GENERALIDADES

Origen

El origen de la planta del *Zea mays*, como todo lo referente a ella, se enmarca en lo legendario y misterioso. Schery, al hablar del origen del maíz, dice:

La historia del maíz se pierde en la noche de los tiempos. Antes que el hombre apareciera en tierras americanas el maíz crecía en estas latitudes como una hierba. Es difícil precisar cómo esta hierba fue evolucionando hasta convertirse en la planta del maíz que hoy conocemos. Además, es tan diferente el maíz de cualquier planta silvestre conocida, que es imposible considerar cualquier especie actual como su antepasado (Schery, en Ramírez Olano, s.f.).

En efecto, la planta se ha venido seleccionando para su producción de grano y alimento por milenios. Hoy esta especie no puede sobrevivir si el hombre no la siembra y la cultiva. Asimismo, el hombre del Nuevo Mundo no podía descuidar al maíz, ya que era el alimento básico que le garantizó la sobrevivencia.

No hay un acuerdo común en cuanto al lugar de origen del maíz, aunque es posible que el centro de origen sea el norte de América Central, específicamente México. Por hallazgos arqueológicos hechos en cavernas de Tehuacán, Puebla, utilizando el método del carbono 14 en espigas de maíz, se reconoce que uno de los tipos de maíz primitivo se consumía en México desde hace cerca de siete mil años.

El maíz pertenece al género *Zea*, que incluye plantas silvestres conocidas con los nombres genéricos de teozintle y maíz.

Para responder al interrogante sobre el origen del maíz (*Zea mays* L.), es necesario que concurren de diferentes disciplinas, como la botánica, la morfología, la taxonomía, la citología y la genética, y también ciencias como la antropología, la lingüística y la arqueología, entre otras. A la fecha se han propuesto diferentes hipótesis sobre el origen del maíz. Las más relevantes, consistentes y sustentadas se explican de manera sintética de la siguiente manera:

1. El maíz se origina del maíz tunicado, que es una forma primitiva del maíz en la que los granos están individualmente cubiertos por una bráctea floral.
2. El maíz se origina del teozintle (*Euchlaena mexicana*) a partir de procesos evolutivos de mutación y selección, aunque también hay una hipótesis sobre una posible cruce del teozintle con un zacate desconocido y actualmente extinguido.
3. El maíz, el teozintle y el *tripsacum* descienden por línea independientes de un ancestro común.
4. Por su parte, Mangelsdorf y Reeves (1939) proponen que el maíz se origina del maíz tunicado, en tanto que el teozintle es una cruce de maíz y *tripsacum*, y que la mayoría de las variedades modernas de maíz son producto de mezclas con teozintle *tripsacum* o ambos

El teozintle, que en lengua náhuatl tiene una connotación que puede traducirse como “semilla de Dios”, era conocido por los primeros habitantes de México, y en la actualidad, en zonas maiceras como la cuenca del río Balsas, se le encuentra de manera silvestre, muchas veces confundido en las milpas, ya que en sus primeros estadios se parece tanto al maíz que no es fácilmente diferenciable del resto de la milpa.

El teozintle fue botánicamente identificado en 1833 por Schrader en su forma anual, y se clasificó como *Euchlaena mexicana* Schrader. La forma perenne la identificó Hitchcock en 1910 como *Euchlaena perenni* Hitchcock.

Dado que los frutos del teozintle no se parecen a las mazorcas del maíz, no fue fácil reconocer su parentesco. En la actualidad se reconocen seis razas geográficas de teozintle.

Los avances en estudios citológicos y genéticos, y sobre todo en estudios de ADN, aportan nuevos datos a este apasionante y misterioso origen del maíz. A través de estudios moleculares sobre el ADN de los cloroplastos para analizar el origen y la evolución del maíz realizados por Doebley en 1980 se da un método para aclarar esta controversia. Este investigador presenta evidencias moleculares que indican, a diferencia de lo propuesto por Mangelsdorf, que el teozintle es el ancestro más probable de nuestro maíz. Doebley ubica su origen geográfico en las riberas del río Balsas.

Aunque el uso de herramientas científicas más sofisticadas permite cada vez un mayor acercamiento al origen del maíz, aún no se reconoce a ciencia cierta cuándo y dónde se originó.

La ausencia de plantas silvestres en el maíz dificulta la identificación del origen del maíz y agudiza las especulaciones al respecto. En referencia a esto, Wellhausen (1982) declara:

[...] dondequiera que el maíz haya tenido su origen, como planta silvestre, es indudable que esta planta ha tenido una larga historia en México. Hay pruebas de esto en la escultura y cerámica prehistóricas, en los antiguos códices, en impresiones de mazorcas de maíz en lava antigua, en reliquias de maíz prehistórico y en la evidencia circunstancial de maíz antiguo en otras regiones.

Se ha especulado también que el maíz puede ser originario de las zonas altas de Perú, Bolivia y Ecuador; sin embargo, los vestigios arqueológicos e históricos, y aun los más sofisticados como los análisis de carbono 14 y de ADN evidencian que tuvo su origen en los valles centrales del territorio mexicano.

Evolución

Independientemente del reconocimiento del ancestro del maíz, esta semilla, que de acuerdo con las leyendas nativas fue entregada al hombre directamente por los dioses, ha tenido un proceso de evolución en el que han participado por una parte las fuerzas naturales y por otra un sistemático y acucioso proceso de selección.

Las plantas silvestres antecesoras de este cereal indujeron un proceso de especiación, de suerte que a partir de un pasto sobre el que se expresaron innumerables mutaciones, la selección natural dio

como resultado una planta que produce granos con alto contenido de almidón, grasas y proteínas que satisficieron las necesidades alimenticias del hombre prehispánico de hace siete mil años, en una relación de mutua afectación.

A partir del momento histórico en que hace su aparición la especie *Zea mays*, el hombre, aunque más probablemente su compañera, la mujer, experimentó con el sabor y las cualidades culinarias de estas semillas, y con la curiosidad y creatividad que le caracteriza escogió las mejores plantas, las mejores semillas, las más grandes, suaves, las más sabrosas para continuar reproduciendo este asombroso cereal, iniciando así un incipiente y empírico mejoramiento genético del maíz, y también de la historia de la agricultura en Mesoamérica.

Este sistemático trabajo de selección de las mejores semillas progenitoras, cuyo proceso se reprodujo por miles de ciclos, generó después de milenios la planta de maíz moderna que hoy conocemos.

El proceso evolutivo de la naturaleza se manifestó en la especialización, es decir, en la generación de la especie *Zea mays* como se conoce en el argot científico al maíz. El trabajo de la naturaleza se complementó con el trabajo del hombre, quien a través de un largo proceso de selección sistemática generó plantas más rendidoras y vigorosas que han satisfecho las necesidades alimenticias de poblaciones humanas de la zona central y sur del continente americano.

Este proceso lento, constante y paciente, no sólo ofrece plantas más rendidoras, sino también mejor adaptadas a las condiciones de los diferentes agrohábitats, creando de esta manera razas especializadas que dieron sustento y la base del desarrollo de importantes culturas.

Después de varios milenios se dio una amplia dispersión y adaptación del maíz a las más variadas condiciones climáticas, edáficas y bióticas del territorio nacional, y hoy de casi todo el mundo.

De acuerdo con Wellhausen (1982), en México existe la mayor variedad de tipos de maíz que en cualquier otra parte del mundo, lo cual, según los trabajos de Nikolai Vavilov en 1926, ubica a nuestro país como el centro de origen de esta planta, toda vez que, como explica este investigador, las áreas de mayor diversidad intraespecífica corresponden al lugar donde se inició la domesticación de las especies cultivadas y, por lo tanto, son el centro de origen de las mismas, si además se localizan en la región sus parientes silvestres. Estos fenómenos concuerdan con la planta de maíz en México.

De acuerdo con evidencias arqueológicas encontradas en cuevas del valle de Tehuacán, Puebla, mismas que fueron analizadas por

Mangelsdorf, las variedades más antiguas de maíz primitivo evolucionaron paralelamente con la agricultura del sur de Puebla y el norte de Oaxaca hace más de seis mil años. Por otra parte, Kato, en 1967, mediante estudios basados en la morfología de los nudos cromosómicos, reconoció que el origen del maíz fue el centro-sur de México, y que a partir de este lugar se dispersó hacia los cuatro puntos cardinales en un periodo de alrededor de 1 500 años.

A partir de estos maíces primitivos cuyas mazorcas apenas alcanzaban el tamaño de unos tres centímetros, poco a poco mejoró su rendimiento con el llenado de grano primero, hasta obtener los tipos de mazorcas de principios del siglo pasado, cuando aún no se conocía la ciencia del fitomejoramiento.

Wellhausen (1982) considera que los factores naturales involucrados en la evolución del maíz fueron la presencia y la fijación de mutaciones favorables, y que un terreno montañoso como el que caracteriza a la República mexicana dio las condiciones de aislamiento para la diferenciación de variedades, la cruz con genes de teozintle y *tripsacum* en los primeros seis mil años, y que en los últimos 500 años la evolución del maíz se debe principalmente a la cruz o hibridación aleatoria inter e intrarracial. Así se explica la aparición de las razas de alto rendimiento como el tuxpeño o el chalqueño.

En la actualidad se reconocen más de 50 razas de maíz, las cuales, para su estudio, se agrupan en cinco categorías:

- A. Razas antiguas indígenas
- B. Razas exóticas precolombinas
- C. Razas mestizas prehispánicas
- D. Razas modernas incipientes
- E. Razas no bien definidas

La ubicación de cada uno de estos grupos y la descripción de algunas características que las identifican y definen, y sus posibles fuentes de origen, se desglosan brevemente a continuación:

- A. Razas indígenas antiguas. Se estima que se originaron del maíz tunicado (*Zea tunicata*). En este grupo se ubica el maíz palomero con las siguientes razas: el palomero toluqueño en el valle de Toluca, el arrocillo amarillo en Puebla y norte de Tlaxcala, y el chapalote de Sonora y Sinaloa.
- B. Razas exóticas precolombinas. Se estima que llegaron a México desde Centro y Sudamérica. Entre éstas se encuentran el cacahuazintle de Tlaxcala, Puebla y México; el harinoso de

ocho (con granos en ocho hileras) en el valle del Yaqui y Ures en Sonora; el olotón, de olotes gruesos, en los valles altos de Chiapas y Guatemala, y el maíz dulce, que se localiza en el norte de Guanajuato y Michoacán.

- C. Razas mestizas prehispánicas. Se estima que se originaron por la cruce de razas indígenas antiguas con las exóticas precolombinas, y se cree que también con el teozintle. En este grupo se identifican el cónico, de los valles altos de Veracruz, Puebla, Tlaxcala, Michoacán, Hidalgo y Estado de México; el reventador, usado para palomitas y pinole, que se localiza en Sonora, Sinaloa, Colima, Jalisco, Michoacán y Guerrero. En este grupo se encuentra también el tabloncillo, que se distribuye en las partes bajas del Estado de México, Jalisco y Nayarit, y en las costas de Baja California; el tehua, en Chiapas; el tepcintle, en las costas de Oaxaca y Chiapas; el comiteco, de Comitán, Chiapas; el jala, en Nayarit; el zapalote chico, localizado a lo largo de la costa grande de Guerrero; el zapalote grande, que se colecta en las costas de Oaxaca y de Chiapas; el pepitilla, en la cuenca del río Balsas, en los estados de Guerrero y Morelos (las tortillas elaboradas con el pepitilla son las de mejor calidad y las más cotizadas); el tuxpeño, cuyo centro de distribución es Tuxpan, Veracruz, y se cultiva a lo largo de la costa del Golfo de México (de esta especie se origina la mayoría de los maíces modernos).
- D. Razas modernas incipientes. Se desarrollaron en los últimos 500 años. Entre éstas se encuentran el chalqueño, originario, de la ciudad de Chalco, Estado de México, en casi toda la mesa central; el celaya, en el Bajío y la región del lago de Chapala, principalmente; el cónico norteño, que se ubica en la parte norte del Bajío, en los Altos de Jalisco, Guanajuato, Aguascalientes y Querétaro. También en este grupo se ubica el bolita, que se cultiva en el Valle Central de Oaxaca.
- E. Razas no bien definidas. Se colectaron a partir de los años cincuenta del siglo pasado. Las razas de este grupo son: el conejo, que se encuentra en la cuenca del Balsas; el mushito, que se cultiva en Juchitepec, Oaxaca; el complejo serrano de Jalisco, en el sur de Jalisco y el norte de Colima. Se encuentra en este grupo también el zamorano amarillo, de Zamora, Michoacán; el maíz blando de Sonora, que se halla en diversos municipios sonorenses; el onaveño, también en Sonora; y hay otras razas que están en proceso de clasificación e identificación de sus características y origen.

Maíz e identidad

Cuentan las leyendas y la tradición autóctona que el *tlayol*, semilla de los dioses, que hoy conocemos como maíz, fue entregado a los humanos para su sustento y alegría.

En un extracto del Códice Florentino, en forma por demás bella y poética, se describe al maíz así:

Escucha: el Tonacáyotl, maíz, Nuestro Sustento, es para nosotros merecimiento completo. ¿Quién fue el que dijo, el que nombró al maíz, carne nuestra, huesos nuestros? Porque es nuestro sustento, nuestra vida, nuestro ser. Es andar, moverse, alegrarse, regocijarse. Porque en verdad tiene vida nuestro sustento. Muy de veras se dice que es el que manda, gobierna, hace conquistas [...] Tan sólo por Nuestro Sustento, Tonacáyotl, el maíz subsiste la tierra, vive el mundo, poblamos el mundo. El maíz, Tonacáyotl, es lo en verdad valioso de nuestro ser (Sahagún, 2006).

En la cultura mexicana, la planta del maíz y su fruto, la mazorca, simbolizan el corazón de la tierra y en su representación del universo aparecen en los cuatro puntos cardinales, plantas de maíz en cuyo centro se encuentra la figura de Chicomecóatl (siete serpiente), diosa de los mantenimientos, del sustento, la cual, por extensión y por presidir los rituales del maíz, puede considerarse otra representación de la diosa del maíz en su figura femenina, que se conoce también como la *xilonen* (la peluda), quien es la esposa de Centéotl, dios del maíz.

Chicomecóatl es también la esposa del señor Tezcatlipoca, que en el mito tlahuica se diviniza en la figura de cuatro dioses hijos de Ometlantecutli y Ometecíhuatl, versiones masculina y femenina del dios principal (Ometéotl). Los cuatro Tezcatlipocas, el blanco, el negro, el rojo y el amarillo, que rigen los cuatro tiempos-espacio del universo, se corresponden con los colores característicos del maíz.

En el rico lenguaje náhuatl, al referirse al maíz se emplea toda una nomenclatura para designar a cada una de sus etapas de crecimiento y desarrollo, lo que nos habla de la importancia que reviste este producto en la vida del mexicano. Así, cuando el fruto está en proceso de formación y aparece tierno y lechoso, se conoce como *xilot*, nombre que ha sido castellanizado por el campesino como *ji-lote*.

Cuando los granos están bien formados pero el fruto aún está tierno y lechoso, se le conoce como *elotl*, que en la actualidad se

ha castellanizado como elote, rica y original golosina de la cocina popular mexicana.

“Camagua” es el nombre con el que se designa al fruto cuando al ir madurando pierde su consistencia tierna y lechosa, pero aún no se considera mazorca. Los frutos en este estado de maduración intermedia se usan en la elaboración de *tlaxcales*, panecillos de forma triangular que suelen usarse en las ofrendas del Día de Muertos en algunas comunidades de Morelos.

Finalmente, cuando la planta ha llegado a su estado de madurez plena y está lista para la cosecha o “pizca”, ya que puede desgranarse con facilidad, se le conoce como *zentli*.

El raquis, o eje donde se insertan y sustentan los granos de maíz, que puede ser delgado o grueso, se conoce como *ólotl*. Actualmente se le dice olote, y se usa como combustible o para elaborar finas artesanías, junto con la envoltura de la mazorca conocida como *totomoxtle*.

Otra forma de denominar a los granos de la mazorca ya seca y que tiene que ver con el origen místico del maíz es el de *tlayolli*, como también se conoce a esta planta, y tiene sus orígenes en las raíces *tla* (algo) y *yolli* (vida), o sea: algo que da vida. Por extensión, de acuerdo con la tradición indígena, el maíz *tlayolli* significa “semilla de los dioses”.

Sin embargo, por increíble que parezca, desde los años ochenta del siglo pasado el maíz, nuestro alimento básico, se ha tenido que importar. Desde entonces, las importaciones han venido en aumento. Con el ingreso al Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) se privilegió cada vez menos la producción de este grano en las mejores tierras, donde se siembran cultivos más rentables que puedan competir en el mercado internacional, por lo que las importaciones de este cereal siguen a la alza.

En el informe de gobierno de septiembre de 2002 se menciona que en 1990 las importaciones de maíz eran del orden de 4 101 millones de toneladas, y que 12 años después, en 2002, las importaciones de este cereal eran de 5 326 millones de toneladas.

En un informe del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA, por sus siglas en inglés) se reporta que en el periodo 1998-1999 las exportaciones de maíz a México fueron de 5.5 millones de toneladas, y se estimaba que en 2009 serían de 7.5 millones.

Revolución verde: su impacto

Las políticas agropecuarias de los diferentes programas de gobierno apuntan, desde mediados del siglo pasado, a un mayor rendi-

miento desde una visión de mercado y una lógica productivista, por lo que desde la década de 1950 se propuso la adopción de semillas híbridas con información genética de alto rendimiento y un paquete tecnológico que permitiera la expresión del potencial genético de estas semillas, mediante el uso de fertilizantes químicos, pesticidas, maquinaria y otros componentes tecnológicos.

Estas políticas, que han prevalecido desde entonces, no toman en cuenta la cultura, el mantenimiento de la diversidad, la sustentabilidad de la producción ni los valores y saberes locales expresados en sistemas tradicionales heredados por los ancestros desde tiempos prehispanicos.

Hoy, la tecnología de la revolución verde no ha fructificado en una autosuficiencia alimentaria, la cual se encuentra amenazada, y menos en el mantenimiento de la sustentabilidad, ya que sus prácticas se desprenden de una ciencia agrícola objetiva, aséptica de valores, ideologías, formas de pensar y cosmovisiones, que le da validez solamente a lo que es cuantificable, con un enfoque reduccionista que no considera el contexto y ha dado origen a un sistema de producción depredador, entrópico, que beneficia a pequeños grupos de productores.

Si se pretende llegar a una agricultura que garantice la autosuficiencia alimentaria y la sustentabilidad ambiental, social y económica, es necesario comprender que la producción de básicos, y en especial de maíz en México en las condiciones marginales, no es sólo cuestión de producción, rentabilidad y competencia en un mercado globalizador, sino que también tiene que ver con la esencia, con la historia y la identidad nacional y la razón de ser del hombre de estas regiones.

Sembrar maíz en las condiciones actuales, con pocos apoyos y recursos endógenos, con semillas criollas mejoradas por procedimientos ancestrales, que producen aunque con bajos rendimientos donde otras no lo hacen —en suelos pobres, de ladera y con lluvias escasas y erráticas—, es no sólo una labor heroica, sino también patriótica, que conserva la biodiversidad, la identidad y la soberanía nacional, las que al parecer para los sectores que detentan el poder político y económico se consideran como un estorbo para el desarrollo económico del país.

Con el invento de la agricultura y la producción de excedentes alimenticios, las poblaciones humanas dejan de ser nómadas y se establecen en comunidades. Este momento da inicio a una nueva era, la neolítica. Sin embargo, la actividad que revoluciona la vida del hombre, la agricultura, también rompe el equilibrio homeostá-

tico, que delimita el crecimiento de las poblaciones sólo dentro de las capacidades de los ecosistemas naturales. Así, con el invento de la agricultura, la población humana empieza a crecer sin control, casi geoméricamente, a expensas de otras poblaciones de animales y vegetales y del deterioro y la destrucción de ecosistemas naturales.

Por cerca de diez mil años este crecimiento de la población no mostró muchos problemas; sin embargo, para principios del siglo pasado la población llegó a casi dos mil millones de habitantes (hoy estamos rebasando peligrosamente los seis mil millones). Las tierras destinadas a producir alimentos ya no fueron suficientes para satisfacer las necesidades de las poblaciones humanas en constante crecimiento.

Esta situación catastrófica prevista por Thomas Roberto Malthus (1766-1834) fue resuelta temporalmente por medio de tecnologías agrícolas que permiten producir más en una misma unidad de superficie. Esto sucedió entre las décadas de los cuarenta a los sesenta de la pasada centuria, con la aplicación de sistemas de producción que en su momento se conocieron como revolución verde.

En sus inicios, estas prácticas agrícolas mostraron resultados sorprendentes al mejorar genéticamente las especies cultivadas y multiplicar la producción de granos por unidad de superficie. Dadas las características de las nuevas variedades e híbridos, resultantes de las tecnologías de fitomejoramiento, fue necesario adicionar un paquete tecnológico específico para cada variedad y para cada región, que permitiera la expresión del potencial de las mismas.

El paquete tecnológico de la revolución verde señalaba, entre otros componentes, requerimientos de humedad específicos para cada genotipo, para cada etapa fenológica, por lo que debía sembrarse en condiciones de riego. Así, quedó fuera de las bondades de esta tecnología 75 por ciento de la superficie cultivable: las tierras de temporal. Además, el paquete precisa de maquinaria y de diferentes insumos, y por tanto la disponibilidad de recursos económicos que en el campo son muy limitados.

Por otro lado, dado el proceso continuo de selecciones y procesos endogámicos para generar nuevas variedades e híbridos, se erosionaron muchos caracteres de rusticidad y resistencia a plagas y enfermedades, es decir, se perdieron genes de adaptación y sobrevivencia de las especies cultivadas, por lo que el paquete tecnológico también contempla el uso de pesticidas para que la producción sea rentable.

Los resultados sorprendentes del inicio de la revolución verde no pudieron sostenerse debido a que la reserva genética dentro de la

especie se “agotó”, y los sorprendentes incrementos de rendimiento por unidad de superficie, a veces de más de 100 por ciento, después de la primera década ya no fueron tan sobresalientes; así, hoy el fitomejoramiento de los incrementos ya no es de toneladas, sino de decenas de kilos por hectárea en cada ciclo de selección.

Es preciso reconocer que los beneficios y las bondades de la revolución verde no llegaron a las zonas marginadas, donde se continuaron sembrando las especies criollas, ya que los requerimientos de las nuevas semillas mejoradas no pudieron satisfacerse en esas condiciones.

La revolución verde cumplió su objetivo al incrementar el rendimiento de cosechas por unidad de superficie, aunque su impacto en el ambiente y la sostenibilidad, después de medio siglo de su práctica sistemática e indiscriminada, muestra un balance negativo. Después de más de 50 años de revolución verde se tiene el siguiente panorama en el agro:

- a) Alta erosión genética por sistemas intensivos y continuos de selección basados en caracteres de rendimiento.
- b) Erosión de los suelos agrícolas por el uso indiscriminado de maquinaria.
- c) Pérdida de la fertilidad del suelo por exceso de sales (fertilizantes químicos), originando salinidad en los suelos agrícolas.
- d) Contaminación del suelo, el aire, los alimentos, y de los consumidores finales debido al uso continuo e indiscriminado de pesticidas.
- e) Se presenta también, bajo este esquema, el abandono y la pérdida de sistemas de producción tradicionales, así como la destrucción de ecosistemas.
- f) Incremento de plagas y enfermedades por el uso de pesticidas que potencian la expresión de organismos mutantes resistentes, así como por la siembra continua de monocultivos que favorece la reproducción logarítmica de plagas y patógenos.
- g) Mayor dependencia del exterior por la adquisición de insumos y maquinaria, entre otros efectos negativos de esta tecnología “moderna” de producción agrícola.

Los apologistas de la revolución verde reconocen que ésta, por el impacto negativo y destructivo sobre el entorno, no puede sostenerse. En los países desarrollados se está cambiando este concepto de producción y se proponen y desarrollan nuevas alternativas que implican el uso de tecnologías de frontera, como las biotecnologías con un enfoque de sustentabilidad, que implica la satisfacción

de las necesidades actuales sin el deterioro de la satisfacción de las necesidades de las futuras generaciones.

Si se pretende alcanzar una agricultura, sobre todo de la producción de básicos, que rescate la autosuficiencia y soberanía alimentaria mexicana y que cierre las brechas sociales en el agro, es necesario generar nuevas tecnologías que involucren no sólo conceptos de tipo eficientista, productivista, rentable y mercantilista, sino que también consideren la optimización y el uso de los recursos de cada región, principalmente el suelo y el agua, donde el control de plagas y enfermedades y malezas no se realice sólo con pesticidas, sino que también retome otros elementos como siembra de policultivos, barreras entomológicas, repelentes físicos y orgánicos y control biológico genético, labores de cultivo, entre otras técnicas de una agricultura más sustentable, justa y equitativa. Algunos de estos elementos se encuentran en las prácticas tradicionales que aún se realizan o se mantienen en la memoria colectiva de las comunidades de origen indígena, mismas que se han transmitido por la tradición oral.

En efecto, estos criterios de sustentabilidad a los que aspiran los países desarrollados se han venido aplicando en las milpas mexicanas, donde se siembra maíz intercalado con calabaza, frijol o haba con el uso de fertilizantes orgánicos y sistemas productivos y sustentables.

Regresando al tema de este apartado, es pertinente conocer cómo surgió la llamada revolución verde. Como se señaló antes, las políticas agropecuarias del país privilegiaron una agricultura moderna con la idea de “progreso”. De esta manera, ante las catastróficas predicciones malthusianas del incremento geométrico de la población frente el crecimiento aritmético de los alimentos, en la década de 1940, bajo los auspicios de la Fundación Rockefeller, tomando como base los principios que rigen la transmisión de los caracteres hereditarios de una generación a otra, conocidos como las leyes de la herencia, que fueron identificadas por Gregorio Mendel en 1850, se generaron tecnologías para obtener plantas que produjeran más alimentos por unidad de superficie.

Sin embargo, no fue hasta los años cincuenta cuando en el noroeste de México, en el valle del Yaqui, un grupo de científicos liderados por Norman Borlaug se dio a esta tarea por medio de selecciones de materiales genéticos sobresalientes y sistemas de hibridaciones para generar genotipos cuyos potenciales genéticos fueran capaces de incrementar los rendimientos de cultivos como maíz y trigo por unidad de superficie en más de cien por ciento.

Los resultados iniciales fueron sorprendentes. Así, si para mejorar el maíz hasta rendimientos de alrededor de una tonelada por hectárea se requirió un proceso de mejoramiento que según Abel Muñoz duró cerca de seis mil años, con las nuevas técnicas propuestas se aceleró este proceso de suerte que en una década se incrementó el rendimiento en más de cinco toneladas por hectárea, más de 500 por ciento.

Las predicciones de Malthus habían sido conjuradas con el surgimiento de la revolución verde y sus productos: semillas con potencial genético de alto rendimiento y paquetes tecnológicos que permitieron la expresión del potencial de producción.

Desde los años cincuenta del siglo pasado se ha transferido a los campesinos esta tecnología de variedades e híbridos, que junto con el uso de fertilizantes químicos, pesticidas, maquinaria y otros insumos podría manifestar sus bondades.

Desde los años cincuenta y hasta los setenta, los ingenieros agrónomos, egresados de la Escuela Nacional de Agricultura, Antonio Narro y Hermanos Escobar, todos ellos hijos de la revolución verde, difundieron con mística, pasión y altruismo las nuevas propuestas tecnológicas a todo lo largo y ancho del país.

Sin embargo, no obstante los programas gubernamentales y los esfuerzos heroicos de miles de jóvenes extensionistas, en estas fechas los híbridos y paquetes tecnológicos en mención, al menos en lo referente a la dieta principal del mexicano, el maíz, sólo se aplican en 20 por ciento de la superficie cultivada con este cereal, principalmente en tierras de riego, superficies planas y condiciones socioeconómicas y ambientales adecuadas, como son los distritos de riego de Sonora y Sinaloa, donde los rendimientos superan las siete toneladas por hectárea, rendimientos similares a los de Estados Unidos, que es por hoy primer productor de maíz a escala mundial.

En la actualidad, la superficie sembrada de maíz se reduce y tiende a una mayor disminución, mientras que las importaciones masivas de este producto van en aumento. Los productores maiceros de las zonas privilegiadas y con riego, ante los altos costos de producción nacional y los bajos precios de venta internacional, sustituyen las siembras de maíz por otros productos que por “ventajas comparativas” sean más rentables.

Los productores temporaleros, los de subsistencia, quienes no saben de las ventajas comparativas ni de las relaciones comerciales internacionales, siguen sembrando maíz criollo, el maíz de los pobres, el que se adapta y produce en condiciones marginales y les asegura un mínimo de sustento para sus familias.

Maíces criollos y transgénicos

Como se mencionó anteriormente, entre los efectos del uso indiscriminado de la revolución verde está la aparición y/o el incremento de plagas y enfermedades que merman e incluso impiden la producción de las variedades, sobre todo las mejoradas, dada su uniformidad y erosión de genes de resistencia y rusticidad que caracterizan a los sistemas de mejoramiento genético, así como por la práctica agrícola bajo el sistema de producción en monocultivo.

El uso de pesticidas propuesto por la revolución verde para salvar el problema de plagas y enfermedades daña al entorno y al consumidor final, el hombre, por lo que se hacen necesarias técnicas alternativas que al menos minimicen el uso de estos insumos altamente contaminantes.

Una alternativa que propone la ciencia agrícola al empleo indiscriminado de pesticidas se da a través de la biotecnología con la utilización de las llamadas semillas transgénicas. Así, en la actualidad se tienen genotipos de maíz que sintetizan proteínas tóxicas para algunos insectos, es decir, maíces que llevan incorporado en su código genético su propio insecticida.

Estas plantas, generadas en laboratorios de ingeniería genética, son el resultado de la cruce de material genético (ADN) de maíz (*Zea mays*) con el de una bacteria que en el argot científico se conoce como *Bacillus turigensis*. Esta bacteria lleva en su código genético la información que especifica un tipo de proteína que es tóxica para algunos insectos. Es decir, este maíz transgénico es el resultado de una cruce entre dos organismos completamente diferentes y poco emparentados en la escala filogenética: por un lado la especie *Zea mays*, que pertenece al reino vegetal, y por otro la bacteria *Bacillus turigensis*, del reino animal. Se rompe todo esquema de cruzamiento natural.

Todavía a principios de la década de 1970, los textos de biología enfatizaban que sólo era posible la cruce entre individuos de la misma especie. Los estudiantes en esa época leíamos en la mitología griega sobre hibridaciones entre especies diferentes, como el caso de pegaso, que era mitad caballo y mitad ave, o el de minotauro, mitad hombre y mitad toro. Estas lecturas provocaban sonrisas de suficiencia al considerar a las quimeras griegas como auténticos sueños de opio. Era imposible la cruce entre especies diferentes. Pensar lo contrario era anticientífico, era regresar al oscurantismo.

Sin embargo, desde 1953, cuando Watson y Crick dieron a conocer el modelo del ADN (material genético universal de todos los seres

vivientes), se sabía que lo que diferencia a un hombre de un caballo o de una planta es solamente la distribución y frecuencia de sus nucleótidos, es decir, de su código genético. En consecuencia, en teoría era posible cualquier tipo de cruzamiento, independientemente de la pertenencia a la misma especie, género, familia o aun de cualquier reino.

Esto implica que, independientemente del reino a que se pertenezca, animal o vegetal, todos poseemos el mismo tipo de material genético, y lo que nos diferencia de ser un hombre, un primate o un árbol es la secuencia y el número de bases nitrogenadas (alfabeto del código genético). Por ello, en teoría podía lograrse cualquier tipo de cruzamiento y recombinación génica.

A finales de la década de los setenta del siglo pasado, como resultado de técnicas del ADN recombinante, aparecen organismos modificados en su código genético: las plantas transgénicas.

De aquí que los transgénicos pueden definirse como organismos modificados genéticamente por la incorporación de uno o más genes que no heredaron de sus progenitores. Llevan genes o fragmentos de ADN adicionados artificialmente por manipulación genética.

Algunos de los objetivos de la generación de estos organismos genéticamente modificados son:

- a) Bajar los costos de producción mediante la incorporación de resistencia a plagas y enfermedades.
- b) Mejorar la calidad de los productos en relación con su apariencia, contenido nutricional, mayor duración de almacenamiento, etcétera.

Es importante resaltar que los transgénicos, en apariencia, no son diferentes de los no modificados genéticamente y, por tanto, basados en el aspecto del producto no se puede saber si se está consumiendo o no un organismo transgénico.

Dadas las inquietudes sobre los posibles efectos del consumo de transgénicos, en febrero de 1999, en Cartagena, Colombia, se realizó una reunión para la aprobación de un protocolo de bioseguridad que regulara la producción, distribución y venta de transgénicos.

El uso de los transgénicos, en particular en México, abre una discusión acerca de los efectos negativos que pudiera ocasionar entre los consumidores.

Cómo afectan los transgénicos a la salud humana, a la ecología y a la biodiversidad, son temas respecto de los cuales los especialistas no han podido llegar a un acuerdo. Sin embargo, con base en algu-

nos principios elementales de la genética general y de la forma como procede la naturaleza en la evolución de las especies, reflexionaremos aquí sobre un par de consideraciones en cuanto al uso de los transgénicos de maíz en México.

Primera reflexión. Para transferir artificialmente un gen de interés económico a un organismo poco emparentado taxonómicamente (para formar un transgénico), se identifica y aísla primero al gen responsable del carácter de interés, el cual se incorporará al material genético (ADN) de las células receptoras del organismo cuya información genética se pretende modificar. Para aislar al gen de interés se acude a toda la biblioteca genómica del organismo que lo porta. Una vez identificada esta biblioteca, se plantea entre otros el siguiente problema: ¿en cuál de los miles de clones de la biblioteca estará el gen concreto que se busca? Es como encontrar una aguja en el pajar, para lo cual se recurre a diferentes técnicas (Puertas, 1999). Lo anterior evidencia un proceso altamente aleatorio desde su inicio.

La expresión de un fenotipo o una característica dependen no sólo del genotipo (información o código genético), sino también de las interacciones con el medio y de las interacciones que se dan entre los genes de acuerdo con la ecuación $F: G + IGMA + IG$, donde F es el fenotipo, G el conjunto de genes que porta el organismo, $IGMA$ la interacción de los genes con el medio ambiente, e IG la interacción entre los genes.

En el caso de las cruza naturales entre organismos de una misma especie, si la interacción se da entre genes homólogos o alélicos (que pertenecen al mismo par de cromosomas homólogos de una especie) se dan interacciones de dominancia (un gen llamado dominante impide la manifestación de otro llamado recesivo); así, por ejemplo, en los trabajos de Mendel la cruza de chícharos altos con enanos produce una generación de plantas altas únicamente. También se puede dar una interacción de codominancia o de ausencia de dominancia; por ejemplo, la cruza de una flor blanca pura con una roja pura da origen a una progenie con flores de color rosa solamente.

En el caso de interacciones entre genes no alélicos (que pertenecen a cromosomas diferentes del par homólogo), los resultados de las interacciones suelen ser inesperados y se conocen como “efectos epistáticos”. En las interacciones entre genes no alélicos, las posibilidades de expresiones fenotípicas desconocidas se podrían incrementar de manera exponencial. Un ejemplo clásico en los libros de texto de genética es el de la cruza de una flor blanca con otra blan-

ca pura que da flores de color guinda en la primera y en la segunda generación, la frecuencia fenotípica esperada de 9:3:3:1, característica de dihíbridos con dominancia (situación de los progenitores de la crucea en mención), se cambió por una de nueve guindas contra siete blancas.

Es decir, las interacciones no alélicas, reconocidas en el lenguaje de la genética como “epistasia”, cuando se dan entre organismos de una misma especie producen resultados desconcertantes e impredecibles. Si este fenómeno se diera entre especies diferentes, entre géneros, familias, o aun más, si se da entre reinos diferentes, las posibilidades de recombinaciones que se expresen en fenotipos o caracteres completamente desconocidos e incontrolados podrían aumentar de manera dramática.

En síntesis, la generación de transgénicos se da a través de un proceso aleatorio, por lo que las recombinaciones o nuevas combinaciones en el código genético modificado cuyos resultados se expresen en un carácter o fenotipo diferente del deseado son impredecibles.

Por lo anterior, sin ánimo de ser alarmistas, estimamos necesario tener un criterio precaucionista en el uso de estos organismos que algunos grupos consideran como los “frankenstein” modernos.

Segunda reflexión. México es reconocido como el país de origen del maíz y, por tanto, es aquí donde se localiza la mayor biodiversidad de esta especie. Abel Muñoz estima en más de 15 mil los diferentes tipos o variedades de maíces locales o criollos, adaptados a casi todos los agrohábitats de México y Mesoamérica.

El impacto que pueden tener los maíces genéticamente modificados sobre la biodiversidad del maíz original ha sido señalado de manera reiterada por científicos serios y grupos ecologistas, obligando al gobierno a imponer ciertas restricciones a las siembras de maíz transgénico en el país, por ser el lugar de origen de este cereal, incluso en siembras con fines de investigación.

Durante milenios la selección natural, fuente del proceso evolutivo, ha venido actuando sobre los ancestros del maíz, generando la especiación de este cereal tal como lo conocemos desde hace cerca de siete mil años. Posteriormente, el hombre ejerció una *presión de selección*, que aunada a las fuerzas selectivas de la naturaleza dieron principio a más de 50 razas y alrededor de 15 mil variedades actualmente conocidas. Estos procesos de selección han dado origen a la gran diversidad genética del maíz. México, por ser el lugar de surgimiento de este cereal, es el lugar del planeta con mayor diversidad de genotipos de maíz.

Con la siembra de transgénicos, con mayores ventajas de sobrevivencia que los maíces nativos, como lo es la incorporación de un insecticida en su código genético, las fuerzas selectivas podrán actuar en favor de los transgénicos propiciando una *selección negativa* en detrimento de los criollos nativos. Es decir, se presenta una competencia de sobrevivencia desleal, por lo que la biodiversidad del maíz se encuentra amenazada. Así lo entienden los organismos gubernamentales encargados de la conservación de la flora, la fauna y el ambiente del país.

Sin embargo, como ya lo ha dado a conocer Greenpeace, mientras que en los centros de investigación se toman medidas para evitar un desastre ecológico, por otro lado ingresan a México materiales de maíz transgénico.

Diferentes estrategias y programas de gobierno han privilegiado la siembra de semillas híbridas, mejoradas genéticamente; sin embargo, a poco más de medio siglo de estos esfuerzos, en México casi 80 por ciento del maíz que se siembra es criollo. La tendencia en la siembra de maíz es a la baja, dados los altos costos de producción nacional y los bajos precios internacionales de venta.

Las áreas maiceras que se niegan a dejar de serlo, continuarán haciéndolo con semillas criollas en las áreas temporales más limitantes donde habitan los productores con menos recursos. Por tanto, la semilla criolla, la que no ha sido alterada por la revolución verde, la semilla de los pobres, es la que habrá de resentir el impacto de la competencia por la supervivencia que representen las semillas transgénicas de maíz.

A partir de estas reflexiones, no puede negarse que al menos debe tenerse un criterio precaucionista en cuanto al uso, siembra y consumo de los maíces transgénicos en México.

Sistemas de producción

En México se pueden identificar dos sistemas de producción de maíz en función del destino del producto, los cuales han coexistido desde mediados del siglo pasado.

- Sistema de producción para el autoconsumo

Este sistema de producción presenta como sus características que es intensiva y emplea principalmente la mano de obra familiar.

Se siembran semillas criollas que se seleccionan año con año desde hace milenios de mazorcas ya cosechadas. Se seleccionan las de tamaño más grande, las más llenas, con más número de hileras, con olote delgado y apariencia sana, entre otros caracteres de selección que son específicos para cada localidad, agrohábitat y cultura.

Se siembra en condiciones de temporal aleatorio y mal distribuido, que puede ser excesivo como en algunos sitios del sureste de México, con precipitaciones todo el año de más de cuatro mil milímetros, buenos temporales de mil a dos mil milímetros distribuidos de junio a octubre, temporales regulares de 600 a mil o en áreas de secano con precipitaciones menores a los 600 milímetros anuales.

El 74 por ciento de la superficie de temporal se siembra con maíz. Baldovinos de la Peña, al referirse a este hecho, señala que:

[...] las siembras de temporal son una aventura que emprenden todos los años los agricultores mexicanos, en la que según datos de la desaparecida Aseguradora Agrícola Ganadera pierden el 25 por ciento de sus cultivos por sequía, el 20 por ciento por inundaciones, el 10 por ciento por heladas, el 10 por ciento por vientos huracanados y cinco por ciento por granizadas, o sea que siete de cada 10 hectáreas que se cultivan se afectan por quebrantos meteorológicos.

Se sigue utilizando el sistema de producción prehispánico conocido como “milpa”. En este sistema se siembra el maíz junto con otros cultivos como frijol y haba, con capacidad de fijar el nitrógeno de la atmósfera, o con calabaza, e inclusive con flores de jamaica en algunas regiones de Guerrero y Oaxaca. Víctor Toledo señala que esta diversidad de especies que se siembran en las milpas, en algunos lugares llega a 20 diferentes.

Se usan como fuente de fertilización compostas y estiércoles, es decir, se usan fertilizantes orgánicos.

El objetivo de este sistema es asegurar la alimentación familiar. De aquí que la lógica de producción sea de supervivencia y autosuficiencia alimentaria. Los excedentes, después de asegurar la alimentación anual, se destinan al trueque o al mercado local.

Las técnicas empleadas en el sistema de producción para autoconsumo se conocen también como técnicas tradicionales, las cuales se han venido transmitiendo de generación en generación desde los tiempos prehispánicos hasta nuestros días.

Otros modelos de producción que se practican bajo el sistema de la milpa son:

Roza, tumba y quema. Se practicaba extensivamente en el trópico mexicano; primero, la vegetación primaria y secundaria se tiraba con machete y hacha quemando este material vegetativo cuyas cenizas fertilizaban el suelo. Una vez realizada la quema se sembraba el maíz con “espeque” (vara de dos metros de largo con una punta dura) a una profundidad de 15 centímetros. La densidad de siembra era de 20 mil a 35 mil plantas por hectárea, dependiendo de la fertilidad del suelo que el nativo diagnosticaba a través del crecimiento y desarrollo de la vegetación nativa. Se sembraba en el mismo sitio dos o tres años continuos, luego se dejaba descansar de cinco a diez años para que se recuperara la vegetación original. Esta técnica casi no se practica en la actualidad, y cuando se hace se deja recuperar la tierra de uno a dos años solamente.

Sistema de año y vez. Se dividen los terrenos con pendientes en dos porciones, de las cuales una se siembra y otra se deja en descanso. Se siembra en seco con coa, espeque o pala a “buscajugo”, es decir, a unos 20 centímetros de profundidad, donde se encuentra la humedad del subsuelo que es aprovechable mediante el fenómeno de capilaridad. La densidad de siembra es de 20 mil a 30 mil plantas por hectárea. Este sistema se practica aún en los estados de Puebla, Guerrero, Michoacán, Morelos y Oaxaca, principalmente en sus regiones serranas. Se usan mezclas de semillas criollas para asegurar cosechas tanto en condiciones de lluvias erráticas como en heladas.

Sistema de chinampas. Se practicó en el valle de México, en el cual se hacían semilleros para obtener plántulas que se sembraban en “chapines”, cepellones, cubitos de tierra de 4 a 10 centímetros hechos con el lodo extraído del fondo de los canales, rico en materia orgánica y nutrientes, para trasplantarlos posteriormente en la *chinampa* (superficie rectangular de terreno, rodeado por canales) después de 20 y hasta 30 días a partir de la siembra. De esta manera se adelantan las cosechas, se reduce el problema de malezas en las primeras etapas de la planta y se escogen las mejores plantas para la producción. Con este sistema se pueden tener tres y hasta cuatro cosechas al año.

En este modelo se presentan de manera permanente y sincronizada la siembra y la cosecha, y se optimizan el tiempo y el espacio agrícola. Posiblemente sea el modelo más productivo dentro del sistema mesoamericano de la milpa.

Generalizando, se puede decir que cada región del país, en función de sus características edafo-climáticas y sus patrones cultura-

les, ha creado sus propios agroecosistemas para la producción del maíz, manteniendo en común los siguientes factores:

- a) Siembras asociadas. Se siembra un cultivo primario, el maíz, intercalado con otro que generalmente es el frijol, o de haba, chile, huauzontle o calabaza, que complementan la dieta del habitante del campo y optimizan el uso del suelo y el agua.
- b) Siembras mezcladas con diferentes maíces. Se combinan diferentes tipos de semillas criollas en un mismo lote y a un mismo tiempo para asegurar el rendimiento ante condiciones atmosféricas de humedad impredecibles. Así, se siembra un tipo de maíz de ciclo largo (seis o más meses) con alto rendimiento, pero con mayores requerimientos de humedad; otro de ciclo intermedio (cuatro a cinco meses) con requerimientos medios de humedad y rendimientos medios también, y un tipo de maíz de ciclo muy corto (tres meses o menos) con poco rendimiento. De esta manera, si el temporal es bueno se tiene producción abundante, en tanto que si el temporal es malo se tendrá al menos el maíz suficiente para satisfacer las necesidades de alimentación de la familia.
- c) Selección de semillas de las mejores mazorcas de manera sistemática para tener mejores cosechas.
- d) Control de malezas sin el uso de herbicidas, sino más bien a través de prácticas culturales como *chaponero* con machete, raspadillas con el azadón o la tarecua.
- e) El control de insectos-plaga se deja al trabajo de la naturaleza al tener cultivos simultáneos que limitan el crecimiento de poblaciones insectiles hasta convertirse en plagas.
- f) Uso de materia orgánica como fuente de fertilización.
- g) Técnicas específicas de cosecha y de desgrane, de acuerdo con las condiciones de cada región.
- h) Almacenamiento del grano para su conservación en estructuras *ad hoc*, hechas de materiales y construcciones en función de los elementos físicos y culturales de cada región, como los *zincolotes* en las zonas altas del centro de México, o los *cuescomates* en la zona oriente de Morelos.

Todos estos conocimientos agrícolas tradicionales usados en la agricultura de autoconsumo se transmiten en la práctica diaria y anual. Éstos son los conocimientos ancestrales de una agricultura que, como dijera Mao Zedong, “se aprende en 100 lecciones. Una lección cada año”.

- Sistema de producción para el mercado

En el sistema de producción comercial se identifican las siguientes características.

A diferencia del sistema anterior, donde se hace uso intensivo de la mano de obra familiar, en éste se hace uso intensivo del capital usando maquinaria que busca disminuir los jornales-hombre bajo una lógica de mayor rentabilidad en el contexto de un mercado local, regional, nacional e internacional. Se busca la competitividad por bajos costos de producción basados en mejores tecnologías y disminución de mano de obra por mecanización de la actividad.

Este sistema se aplica principalmente en condiciones de riego, que en México sólo se da en 25 por ciento del área agrícola; se usan semillas mejoradas, variedades e híbridos y un paquete tecnológico que permite la expresión del potencial genético de los genotipos mejorados.

Como parte del paquete tecnológico se hace un uso intensivo de fertilizantes químicos con fórmulas de fertilización ricas en sales minerales que aportan principalmente nitrógeno, fósforo y potasio.

Para el control de malezas, plagas y enfermedades se usan también productos químicos como herbicidas, insecticidas y fungicidas. De igual forma se usan fitoreguladores y hormonas vegetales para acelerar o inhibir procesos metabólicos que tienen que ver con el rendimiento o la calidad de los productos.

Las siembras se hacen con altas densidades de población de 40 mil a 60 mil plantas por hectárea y en monocultivos (se siembra sólo maíz).

La cosecha se hace de forma manual en algunos lugares, pero se prefiere la cosecha mecanizada.

Una de las técnicas más actuales y productivas es la llamada “fertirrigación”, mediante la cual mientras se riega se inyectan los fertilizantes que requiere la planta en forma de solución nutritiva en las dosis específicas para cada etapa de crecimiento y desarrollo del cultivo, usando sofisticadas variantes del sistema hidropónico.

Estas técnicas modernas se enseñan en las escuelas de agricultura del país y del extranjero desde 1940, y en conjunto se conocen como revolución verde, de la cual hicimos un amplio comentario en un apartado anterior.

La agricultura comercial maicera se aplica con éxito en los estados de Sinaloa, Sonora, Jalisco, Tamaulipas y el Bajío, con rendimientos similares a los de Estados Unidos.

Sin embargo, al quedar desprotegido el cultivo del maíz con el ingreso al Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), tratado comercial que incluye a Estados Unidos, Canadá y México, las utilidades de los productores de este sistema se ven disminuidas, por lo que cambian este cultivo por otros más rentables. Por tanto, en los lugares con mayor productividad y apoyos disminuye la siembra de este cereal.

Usos del maíz

El desaparecido Centro de Investigaciones Agrarias, en 1980 estimaba que en ese entonces se elaboraban alrededor de 800 artículos que incluían maíz o los derivados de este producto. Actualmente se considera que en más de dos mil productos el maíz interviene de alguna manera.

En el medio rural se utiliza toda la planta, nada se desperdicia en nuestra cultura de maíz. Las hojas, por ejemplo, se usan como envoltura para los tamales. El elote hervido, asado o en esquites, como golosina que todos los mexicanos hemos saboreado. La caña tierna se usa como golosina y en bebidas fermentadas, y también como elemento artesanal. Las hojas secas, en diversas artesanías. Hasta las plagas, como el gusano del elote, que se consume asado como un manjar especial, lo mismo que el huitlacoche, hongo que ataca al maíz y que se usa en la elaboración de sabrosas quesadillas. Toda la planta se utiliza también como forraje para alimentación de animales.

El grano del maíz ya seco es el objetivo primordial de la producción de este cereal. Con él se desarrolla la creatividad del hombre —o mejor dicho de la mujer— mexicana al inventar la tortilla nixtamalizada, que es un proceso que mejora la calidad nutritiva, digestiva y el sabor del maíz.

Este proceso implica, según Baldovinos de la Peña, 13 etapas, entre las que se encuentran:

La nixtamalización, que consiste en ablandar el maíz y eliminar la cutícula o pericarpio al hervirlo en agua con cal viva o *tequesquite*, con lo que el grano adquiere un típico color amarillento.

Después sigue la molienda del nixtamal en el metate (piedra aplana y ligeramente convexa hecha de basalto duro), con el *metlapil* o mano del metate, hecha del mismo material.

Viene después el proceso de amasado con el producto de la molienda y el agua de *nexayote* (agua hervida de la nixtamalización) para ablandar la masa y darle más plasticidad.

En seguida se realiza, con arte increíble, el tortillado, es decir el aplanado de bolas de masa con las palmas de las manos hasta convertirlas en *tlaxcallis* o tortillas, con su forma redonda y simétrica característica.

A continuación se coloca la tortilla sobre el *comalli* (comal), que descansa sobre el fogón de tres piedras o *tlecuilli*, el cual todavía es un elemento insustituible en la cocina indígena de México.

La tortilla o *tlaxcalli* se deja cocer, cuando se infla se voltea y queda así, calentita, lista para el consumo. Con frecuencia, mientras se realiza este proceso en la cocina de humo, suelen acercarse los niños, los *chilpayates*, que ya tienen hambre y se les dan tortillas recién salidas del comal, todavía infladas, se les pone sal y agua de *machihuatl* (agua blanquecina donde las tortilleras mojan los dedos para limpiar los residuos de masa) y en forma de “burritos”, los niños las consumen con la avidez y delicia que se refleja en sus rostros sonrientes.

Para terminar, los *tlaxcales* calentitos se colocan dentro de una servilleta de algodón y se almacenan en el *chiquihuite* que se lleva a la mesa, donde ya está lista la salsa con chile y jitomate, y los frijoles negros hervidos con epazote.

Este complicado proceso se desarrolló en la cocina mexicana a lo largo de milenios; sin embargo, desde 1950 se ha industrializado. Primero ocurrió con las nixtamalizadoras, después con las tortilleras de masa nixtamalizada, y finalmente con la harina de maíz.

El maíz es insustituible en la dieta del pueblo mexicano, que satisface sus necesidades nutricionales, ya que este cereal le aporta 70 por ciento de las que necesita de carbohidratos, mientras que los frijoles, sobre todo los negros, satisfacen las necesidades proteicas, en tanto que el chile y el jitomate son fuente de vitaminas esenciales.

Además, con la masa y la tortilla se preparan garnachas, chilaquiles, enchiladas, topos, panuchos, gorditas, tlacoyos, chalupas, sopes, tamales, quesadillas, tacos, etcétera.

También se preparan bebidas como atoles, o el pozol tabasqueño, el achocote hidalgüense, el tesguino tarahumara, maíz hervido con aguamiel en Querétaro, el mezquiatole típico de Guanajuato, el chilatole con todas las frutas de la región, como capulín, mora, guayaba, etcétera.

La medicina tradicional es otra alternativa de uso de la planta de maíz; así, por ejemplo, los cabellitos de maíz de los jilotes tiernos se usan para tratar afecciones del riñón y para adelgazar.

Además de los usos alimenticios y medicinales, también tenía usos rituales. Un ejemplo lo constituyen los rituales en honor a Tláloc, dios de la lluvia; a Chicomecóatl, diosa de los mantenimientos; a Cinteocfhuatl, diosa del maíz tierno, y hoy en día, en algunas comunidades de Morelos, el Estado de México y Guerrero, a los *yeyjkame* (los vientos) en la *milakua* (ofrenda que se realiza en septiembre, cuando se inicia la cosecha de elotes).

Las fiestas a las deidades estaban relacionadas con los ciclos y las etapas de crecimiento del maíz, por lo que se realizaban rituales para pedir por la fertilidad de la tierra, para bendecir las semillas, para pedir la protección de las milpas de agentes meteorológicos o biológicos y, desde luego, una festividad muy especial de agradecimiento con motivo de la cosecha del año.

Muchas de estas festividades prehispánicas se sincronizaron, o mejor, se sincretizaron en las festividades católicas después de la conquista de la gran Tenochtitlan. Así, continuaron sus rituales transmutando a los santos y festividades católicas las entidades de sus dioses (Tláloc, Tezcatlipoca, Tonantzin o Quetzalcóatl) y el simbolismo de sus rituales y mitos prehispánicos.

A medida que crece la complejidad social y la economía del hombre con nuevas necesidades por satisfacer, se diversifica también el uso del maíz. En la actualidad, éste se emplea en la elaboración de alimentos concentrados, se industrializa como alcohol o se usa como energético renovable de máquinas y motores, como endulzante que reemplaza al azúcar en la industria de alta fructosa. También se usa en la fabricación de aceites comestibles con bajo colesterol. Los almidones del maíz se emplean en la industria tanto como alimento, así como en materiales de construcción e incluso para soluciones intravenosas. Cada día se reconocen nuevas cualidades alimenticias, industriales o farmacológicas que añaden nuevos usos al maíz.

EL MITO DEL MAÍZ VS. EL DEL LIBRE MERCADO

El mito del maíz

Desde hace poco más de cinco mil años el campesino marginal y el indígena de estas latitudes repite sin interrupción, cada año, el ritual cíclico de la siembra, el cuidado y la cosecha del maíz, el *tlayol*, la planta de los dioses. Este ritual se repite de manera sistemática en los tiempos modernos de la globalización y la revolución tecno-

lógica, sin importar que las políticas agropecuarias privilegien la importación de este cereal, ya que con una lógica económica y de mercado resulta más barato comprarlo que producirlo.

En consecuencia, los campesinos mesoamericanos siguen sembrando maíz sin considerar las ventajas comparativas que pudiera representar la siembra de otros cultivos.

¿Por qué el campesino mesoamericano insiste en seguir sembrando maíz, el maíz de los pobres, el criollo o nativo, bajo el sistema de milpa, empleando prácticas y saberes ancestrales que contradicen los principios más elementales de la ciencia agrícola moderna?

Se han realizado diversos estudios para explicar este fenómeno desde diferentes perspectivas de las ciencias económicas, psicológicas, antropológicas y sociológicas; sin embargo, estas explicaciones dan la sensación de un vacío de interpretación, de una falta de lo que los *tlamatinime* (sabios, filósofos y científicos prehispánicos) identificaban como *neltiliztli*, cuyo significado nos refiere al fundamento, el soporte, el sustento, la raíz de las cosas.

Las corrientes y concepciones teóricas que intentan explicar o justificar este tipo de fenómenos de la cotidianidad buscan en última instancia una interpretación a partir de elementos culturales, históricos o de la cosmovisión del mundo para explicar la lógica, las razones, motivaciones o pulsiones del fenómeno mismo, sus formas de practicarlo, las relaciones que se dan en torno a éste, sus rituales, tradiciones, saberes y creencias.

En este trabajo se pretende incursionar en el mito del maíz para intentar, bajo una perspectiva heurística y desde una incursión en la hermenéutica simbólica, proponer algunas interpretaciones a partir del ritual cíclico de la siembra de este cereal, que permitan un acercamiento a la explicación que fundamenta el sistema de acciones, actitudes, saberes, prácticas, rituales y de las formas como se relaciona el hombre con sus semejantes, incluyendo en este concepto no sólo las relaciones con otros hombres, sino también con los otros seres vivos, y aun con los no vivos, que comparten la categoría de semejantes desde la concepción cosmogónica mesoamericana.

Así, se recurre al mito mesoamericano para iniciar la aventura de interpretación de la simbiosis hombre-maíz, como otra forma de acercamiento a la realidad sin los acotamientos metodológicos y ontológicos de la propuesta cartesiana que irremisiblemente conducen a un límite, el límite de la razón, el límite de lo que se puede medir, pesar, cuantificar, para entrar en el terreno de lo simbólico, de lo imaginario que guía y conduce al encuentro del sentido de la existencia humana y que es capaz de explicar las conductas y accio-

nes de las sociedades humanas que a la luz de una ciencia tradicional y positivista escapan a toda explicación y predicción.

Se acude al mito y al ritual de la siembra del maíz que cada primavera se repite sin interrupción en las comunidades indígenas de México, asumiendo con Lluís Duch (2007) que “el mito no es algo sin actualidad, sino al contrario, que es actual y que permite instalarnos en el aquí y en el ahora, que nos permite ‘habitar’ en el sentido más amplio del vocablo que diferencia lo humano de lo animal que no habita, sólo vive”. Esta aseveración coincide con Laurette Séjourné (2004) cuando expresa que “los mitos poseen la categoría de raíces sociales, de cimiento concreto de virtudes morales de un pueblo, de su visión del mundo, de su razón de ser sobre la tierra”.

De esta manera, a través del mito mesoamericano que subyace en la siembra del maíz bajo el sistema de milpa, se intenta construir un eje vertebrador para interpretar los rituales, actitudes, acciones, saberes y prácticas campesinas partiendo del supuesto de que el maíz se encuentra presente como elemento fundacional de la cultura mesoamericana, constituyéndose incluso en uno de los componentes que definen el concepto de Mesoamérica, y también en uno de los denominados por López Austin (2000) “núcleos duros” de la cosmogonía y el mito prehispánico en los diferentes tiempos históricos y espacios geográficos de la región mesoamericana.

Un primer problema por resolver en este acercamiento al maíz y la milpa desde el mito, es el hecho de que en la mitología mesoamericana, en toda su amplitud geográfica e histórica, se encuentran dispersos innumerables mitos y mitemas sobre el maíz y la milpa sin una aparente correlación que los vincule y les dé significado y sentido. Por ello, acudiendo al modelo del mito del eterno retorno propuesto por Mircea Eliade, se intenta la “organización” de algunos mitos y mitemas sobre el maíz, asumiendo que se corresponden con un mito fundacional cuyo periplo va desde un momento fundacional y de creación, hasta la aventura de un viaje a las profundidades de la Tierra, de donde el héroe mítico sale victorioso de diversas pruebas para luego retornar transformado al reencuentro con el cosmos, con el UNO, con el SER.

Se estima que a través del seguimiento del drama mítico, cuyo héroe y demiurgo es el maíz (bajo diferentes representaciones), se pueden tener los elementos para la interpretación de los fundamentos del *neltiliztli*, que dé razón de las actitudes, las acciones, los rituales y los saberes que los campesinos de Mesoamérica practican no sólo para obtener el alimento de la materia, que nutre su cuerpo mortal, sino también el alimento del espíritu al definir su misión en

este mundo, y por tanto el sentido de la existencia humana que trasciende su propia mortalidad.

¿Por qué el mito del maíz y los procesos del ritual cíclico en el sistema de milpa para incursionar en la interpretación de la cosmovisión mesoamericana? En primer término, porque el ritual del ciclo del maíz se continúa practicando en las comunidades indígenas de México, a pesar de que las políticas y una modernidad globalizada se oponen a estas prácticas.

Por otro lado, se parte del supuesto de que la visión del mundo y la cosmovisión que comparten algunos grupos cohesionados histórica y geográficamente explica en buena medida sus maneras de pensar, de relacionarse, de sus creencias y, por tanto, a partir de ésta se puede dar una explicación de las actitudes y acciones muchas veces en aparente contradicción con los paradigmas predominantes.

Se parte del supuesto de que existe una cosmovisión expresada en mitos que aún comparten las comunidades indígenas y campesinas marginales de Mesoamérica, la cual se construyó desde siglos antes de la llegada de los españoles.

Uno de los cuestionamientos al incursionar en la cosmovisión mesoamericana es qué tan original y fidedigna se ha mantenido ésta, después de más de cinco siglos en los que se la ha intentado eliminar, primero a través de una conquista armada, después por una forma de pensar cartesiana occidental, con la concepción de un mundo diametralmente diferente a la local, y actualmente por paradigmas dominantes de la modernidad y la globalización.

Atendiendo a este cuestionamiento, López Austin (2000) asevera que la cosmovisión mesoamericana, como un orden coherente y racional, presenta algunos principios lógicos fundamentales que se identifican a partir de un núcleo general de coherencia que es unificador y resistente al cambio y que la tradición conserva convirtiéndose en arquetipo. Sostiene que el arquetipo nace de las prácticas milenarias que forman un núcleo de percepción y acción frente al universo y afirma que:

Mesoamérica tiene entre las causas primordiales de su unidad histórica la generalización y el desarrollo del cultivo del maíz. Su cosmovisión se fue construyendo durante milenios en torno a la producción agrícola. Independientemente de las particularidades sociales y políticas de las distintas sociedades de Mesoamérica, un vigoroso común denominador —el cultivo del maíz— permitió que la cosmovisión y la religión se constituyeran en vínculos de comunicación privilegiados entre los diversos pueblos mesoamericanos.

Más adelante, el mismo López Austin (2000) explica que la persistencia de la cosmovisión original se ha mantenido precisamente en los núcleos agrícolas:

Los principios fundamentales, la lógica básica del complejo, siempre radicó en la actividad agrícola, y ésta es otra de las razones por las que la cosmovisión tradicional es tan vigorosa en nuestros días. Contra la persistencia de esta tradición, no fue suficiente la temprana destrucción colonial de las instituciones en que se apoyaban creencias y culto. A pesar de la desaparición de los aparatos políticos, de sus sabios, del sacerdocio organizado, del calendario, la tradición continuó vigorosa entre los agricultores.

En este orden de ideas cabe preguntarnos: ¿por qué estudiar el mito del maíz y la milpa?, ¿cuál es su sentido? La respuesta que se asume en este ensayo parte del supuesto de que el denominado por Carl Jung *inconsciente colectivo*, el cual involucra los momentos más álgidos de la historia de la humanidad, busca salir de ese inconsciente expresándose de manera onírica y también a través del mito. Así, el mito adquiere la categoría de algo vivo, actual y funcional, que a través de un complejo imaginario da significado a la realidad.

La función del mito, menciona Blanca Solares (2006), es fijar modelos ejemplares, pues imitan gestos y acciones de los dioses, resguardando el orden (cósmico) para que continúe su ciclo. Así, el mito se constituye en una matriz de actitudes y comportamiento.

Por su lado, Julio Amador (2007) considera como componentes del mito su carácter dramático ejemplar, el lenguaje simbólico, así como la expresión de patrones de conducta que explican las relaciones entre los seres, entre el mundo y entre el cosmos.

De esta forma, se asume que el mito cumple una función social que explica patrones de conducta, acción y relación, en especial en sociedades con alta cohesión geográfica, histórica y cultural, que comparten una cosmovisión expresada en mitos y ritos. Tal es el caso de Mesoamérica, a través de cuya tradición maicera interpretada por sus mitos puede darse una explicación a la “terquedad” de continuar con la tradición del ritual cíclico de la siembra del maíz criollo, con prácticas basadas en saberes tradicionales bajo el sistema de milpa, que a la luz de la modernidad agrícola y económica resulta rebasada y obsoleta, por lo que en las políticas del país se privilegia la importación, desprotegiendo su producción.

Este trabajo se inició con la búsqueda de mitos y mitemas sobre el maíz en diferentes fuentes, entre ellas algunos códices, la *Historia de los reinos de Culhuacán y México*; la *Historia general de las cosas de la Nueva España*, de Sahagún; el *Popol Vuh* y el *Chilam Balam de Chumayel*. También se consideraron algunos datos etnográficos de ritos, actividades y prácticas en torno al cultivo del maíz en comunidades indígenas del estado de Morelos.

Se acudió sólo a algunas fuentes de la región nahuatleca del altiplano y de la maya del sureste. Quedan en el tintero otras fuentes más, tanto de las regiones mencionadas como de otras del amplio ámbito mesoamericano, que podrán enriquecer este acercamiento al mito del maíz en trabajos posteriores.

El material se organizó siguiendo el ordenamiento que propone Eliade a partir de lo que denomina “el ciclo cosmogónico del eterno retorno”, que inicia a partir del SER, del “uno todo”, fuente última y primigenia de *lo ser* y de lo real, de donde surge la pulsión de vida, siguiendo después en este periplo con las proezas de los héroes fundadores, los demiurgos, para posteriormente caer al inframundo y finalmente arribar al *retorno*, a la fusión con el UNO primordial, con el SER, con el *cosmos*. Éste es, a decir de Eliade, *el periplo del eterno retorno* que se cumple en cualquier mito verdadero, desde el mito sumerio de Gilgamesh hasta los mitos mesoamericanos, pasando por los egipcios y los orientales.

En toda el área mesoamericana están presentes innumerables mitos y mitemas que dan cuenta de una cosmovisión compartida cuyo eje vertebrador es el maíz. Por la naturaleza de este trabajo, sólo se acude a algunos mitos registrados en el *Popol Vuh*, el *Chilam Balam* y algunos códices.

En la primera parte del *Popol Vuh* se narran dos intentos de la creación del hombre, primero a partir de barro y luego de madera.

Así pues, hubo que hacer una nueva tentativa de crear y formar al hombre por el creador y el formador y los progenitores —¡A probar otra vez! Ya se acercan el amanecer y la aurora: ¡hagamos al que nos sustentará y alimentará! ¿Cómo haremos para ser invocados. Para ser recordados sobre la Tierra? [...] entonces fue la creación y formación. De tierra, de lodo hicieron la carne [del hombre]. Pero vieron que no estaba bien, porque se deshacía, estaba blando, no tenía movimiento, no tenía fuerza, se caía, estaba aguado, no movía la cabeza, la cara se le iba para un lado, tenía vedada la vista, no podía ver hacia atrás (*Popol Vuh*, 1978).

Poco más adelante se narra que después de consultas con Ixpiyacoc, nuestra abuela, e Ixmucane, nuestro abuelo, se hizo un segundo intento de creación del hombre, el hombre de madera:

Entonces hablaron y dijeron de verdad —buenos saldrán vuestros muñecos hechos de madera; hablarán y conversarán sobre la faz de la tierra. —Así sea, contestaron, cuando hablaron. Y al instante fueron hechos los muñecos labrados con madera. Se parecían al hombre, hablaban como hombre y poblaron la superficie de la Tierra. Existieron y se multiplicaron, tuvieron hijas, tuvieron hijos los muñecos de palo, pero no tenían alma ni entendimiento, no se acordaban de su Creador; de su Formador; caminaban sin rumbo y andaban a gatas. Ya no se acordaban del Corazón del cielo y por eso cayeron en desgracia. Fue solamente un ensayo, un intento de hacer hombres. Hablaban al principio, pero su cara estaba enjuta; sus pies y sus manos no tenían consistencia; no tenían sangre, ni sustancia, ni humedad, ni gordura; sus mejillas estaban secas, secos sus pies y sus manos, y amarillas sus carnes (*Popol Vuh*, 1978).

En el siguiente capítulo se describe la manera como “fueron aniquilados, destruidos y deshechos los muñecos de palo”. A partir de este momento ya no se vuelve a tocar en el *Popol Vuh* la creación del hombre. Es hasta la tercera parte del libro, después de narrar una serie de aventuras de los gemelos demiurgos Hunhapu e Ixbalanqué —quienes con grande astucia desafiaron a los señores de Xibalbá al bajar hasta sus dominios en el inframundo, de donde resurgieron victoriosos venciendo a la muerte—, cuando se describe el tercer intento de creación del hombre, el hombre de maíz:

Y dijeron los Progenitores, los Creadores y Formadores, que se llaman Tepeu y Gucumatz: ha llegado el tiempo del amanecer, de que termine la obra y que aparezcan los que nos han de sustentar y nutrir, los hijos esclarecidos, los vasallos civilizados; que aparezca el hombre, la humanidad sobre la superficie de la Tierra [...] y así encontraron la comida y ésta fue la que entró a la carne del hombre creado, del hombre formado; ésta fue su sangre, de ésta se hizo la sangre del hombre. Así entró el maíz [en la formación del hombre] por obra de los Progenitores [...] y moliendo entonces las mazorcas amarillas y las mazorcas blancas, hizo Ixmucane nueve bebidas, y de este alimento provinieron la fuerza y la gordura y con él crearon los músculos y el vigor del hombre [...] a continuación entraron en pláticas acerca de la crea-

ción y la formación de nuestra primera madre y padre. 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*, 1978).

El maíz, de acuerdo con el mito mesoamericano, no sólo es el constituyente del cuerpo y el espíritu del hombre de maíz que le confiere su naturaleza humana, es también la representación del dios creador, del que mantiene el orden del cosmos; así se evidencia en la narración del *Chilam Balam*, que sitúa al maíz con sus característicos colores blanco, amarillo, rojo y pinto como las entidades divinas de los cuatro tiempos-espacios mesoamericanos:

El pedernal rojo es la sagrada piedra de Ab Chac Mucem Cab. La Madre Ceiba Roja, su Centro escondido, está en el oriente. El Chacalpucté es el árbol de ellos. Suyos son el zapote rojo y los bejucos rojos. Los pavos. El maíz rojo es su maíz. El pedernal blanco es la sagrada piedra del Norte. La Madre Ceiba Blanca es el Centro Invisible de Sac Mucem Cab. Los pavos blancos son sus pavos. Los frijoles de lima son sus frijoles. El maíz blanco es su maíz. El pedernal negro es la piedra del poniente. La Madre Ceiba Negra es su Centro Escondido. El maíz pinto es su maíz. El camote de pezón negro es su camote. Las palomas negras silvestres son sus pavos. El ahab chan [variedad de maíz] es su maíz. El frijol negro es su frijol. El pedernal amarillo es la piedra del sur. La Madre Ceiba Amarilla es su Centro Escondido. El pucté amarillo es su árbol. El pucté amarillo es su camote. Las palomas silvestres amarillas son sus pavos. El maíz amarillo es su mazorca (Anónimo, 1984).

Cabe señalar que en este mitema se hace una clara alusión al sistema de milpa,¹ considerando al frijol y al camote de diversas variedades como acompañantes del maíz. Asimismo, en el capítulo VI de la segunda parte del *Popol Vuh* se hace una alusión directa a la milpa:

¹ El sistema de milpa se caracteriza por su cercanía con los sistemas ecológicos naturales, ya que presenta una gran diversidad de especies y variedades en una misma área de cultivo. Debido a la diversidad los insectos no se convierten en plagas ni las bacterias, hongos y virus en enfermedades que amenacen la producción. También se expresan sinergias entre diferentes especies, como la del maíz-frijol, que favorecen la productividad. Víctor Toledo (1976), dice que en algunas milpas de México coexisten hasta 25 especies diferentes.

Comenzaron (Hunahpú e Ixbalanqué) entonces sus trabajos para darse a conocer ante su abuela y ante su madre. Lo primero que harían era la milpa. Vamos a sembrar la milpa, abuela y madre nuestra, dijeron [...] al medio día nos traeréis la comida, abuela (*Popol Vuh*, 1978).

También en la *Historia de los reinos de Culhuacán* se hace una clara referencia al sistema prehispánico de producción que aún persiste en las comunidades indígenas de Mesoamérica, la milpa, enunciando algunos componentes del complejo de diversidad de especies que caracterizan al sistema. Se narra que cuando los dioses se preguntaron cómo obtener los alimentos del cerro de las subsistencias, se decidió que sólo Nanahuatl (el buboso) podía destruir el cerro:

Entonces Nanahuatl despedazó el cerro de las subsistencias con el rayo, e inmediatamente los dioses de la lluvia arrebataron el alimento: el maíz blanco, el negro, el amarillo, el frijol, los bledos, la chíá, huautli, todo el alimento fue arrebatado (Lehmann, 1906).

Más adelante se hace otra clara alusión a este sistema cuando se narra el nacimiento Centéotl, el dios del maíz, en un mito bellissimo de la región de Chalco:

Un dios llamado Piltzintecutli se acostó con una diosa llamada Xochiquetzal. De ella nació Tzentéotl, el dios del maíz, el cual metió debajo de la tierra, y de sus cabellos salió el algodón, de un ojo una muy buena semilla, del otro ojo otra, de la nariz otra semilla, llamada chíán, de los dedos salió una fruta llamada camote, de las uñas otra clase de maíz grande, y del resto del cuerpo salieron muchas otras frutas, las cuales los hombres recogen y siembran. Por eso dicho dios fue más querido que los otros dioses y le llamaban “señor amado” (Lehmann, 1906).

Volviendo otra vez al contexto mitológico en el que el maíz se representa como una entidad divina, se evidencia una vez más este tratamiento en la narración de la Leyenda de los soles a través de los cuatro Tezcatlipoca, hijos de la pareja divina (Ometecuhtli y Ometecíhuatl). En la Leyenda de los soles se explica que Ometéotl dispuso que el Tezcatlipoca negro ordenara y rigiera el espacio-tiem-

po del norte; el rojo el del este; el azul el rumbo del sur, y el blanco el del oeste. En el lenguaje simbólico visual mesoamericano, los colores de los Tezcaltlipocas se corresponden con los colores del maíz: blanco, azul o negro y rojo.²

En la página 72 del *Códice Borgia* (Díaz *et al.*, 1993), este mensaje, este símbolo, se evidencia a través de cuatro figuras enmarcadas por sendas serpientes, una para cada uno de los cuatro rumbos, cuatro espacios-tiempo representados con los colores característicos del maíz, azul, pinto y amarillo.³



Códice Borgia, lámina 72

El maíz, como entidad divina, se manifiesta también a través de Quetzalcóatl, a quien se atribuye el papel de engendrador de hombres: “inventa los hombres, él los hace” (*Códice Florentino*, citado por León-Portilla, 2006:184). Es este demiurgo quien desciende a

² En los mitemas mayas del maíz descritos en el *Chilam Balam de Chumayel* se mencionan además los colores pinto y amarillo, característicos de este cereal, a los que también se les confiere naturaleza divina y ordenadora de los rumbos cósmicos. No aparecen en el sureste los maíces de color negro dado que éstos son característicos de zonas altas como las del altiplano central, por lo que no se mencionan en el mito maicero del *Chilam Balam*.

³ Se mencionan en esta página del *Códice Borgia* también entre estos cuatro Quetzalcóatl, a uno de color verde, quien rige los destinos del tiempo-espacio del este y pudiera simbolizar el color verde de la planta.

las entrañas de la Tierra, “donde se apodera de los rasgos luminosos que lo transfiguran en planeta y donde la flor adquiere el perfume que se encumbra hasta la alta morada celeste. Es en el dominio de la muerte donde Quetzalcóatl adquiere la categoría de Cuarto Sol” (Séjourné, 2004:46). Es decir, para su transmutación fue necesario, a semejanza del maíz, descender a las profundidades de la Tierra, al reino del Mictlan, donde el héroe demiurgo, tras sortear diversas aventuras y proezas, resurgió vencedor de la muerte, de la misma forma que el maíz resurge de la tierra convertido, transmutado en una nueva planta.

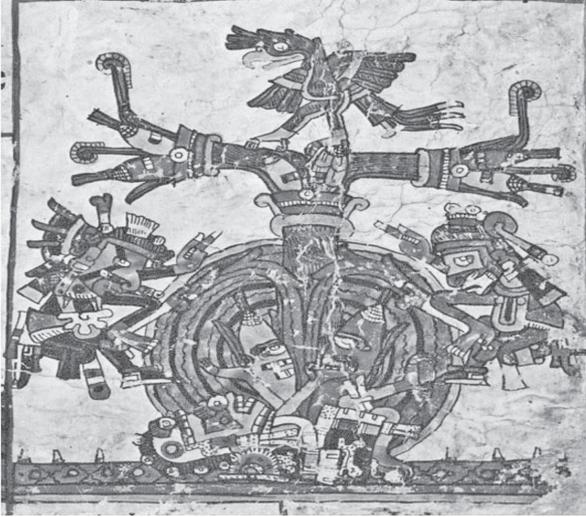
En el mito nahuatlteca se narra que en cuanto aparecieron los hombres de la cuarta era, la primera preocupación de los dioses fue resolver qué comerían, siendo Quetzalcóatl (creador de los hombres según el mito tolteca) quien se ofreció a recuperar la semilla del maíz que los alimentaría bajando a la profundidad del Tonalcatépetl.

¿Qué comerán, oh dioses? Ya todos buscan el alimento [...] luego fue la hormiga a coger el maíz desgranado dentro del Tonalcatépetl. Encontró Quetzalcóatl a la hormiga y le dijo: dime adónde fuiste a cogerlo [...] Quetzalcóatl acompañó a la hormiga colorada hasta el depósito, arregló el maíz y en seguida lo llevó a Tamoanchan. Lo mascaron los dioses y lo pusieron en nuestra boca para robustecernos (Krickeberg, 1961).

En la cosmovisión mesoamericana el maíz se representa no sólo como una deidad más, sino también como el centro del universo, el *axis mundi*, es decir, se representa como Ometéotl. Así se evidencia en el *Códice Borgia*. Vale la pena señalar que sólo el maíz tiene su expresión divina en el panteón mesoamericano materializado en un dios, o mejor, en varios dioses: Xilonen y Centéotl en el altiplano, y Hun Anhau en la planicie maya.

Como se ha mencionado, los mitos del maíz se encuentran presentes y dispersos en toda el área mesoamericana, a manera de mitemas de un gran mito del maíz que sustenta una cosmovisión compartida.

En los mitemas del gran mito del maíz se evidencia el carácter divino que se confiere a este cereal. Es importante señalar que los dioses adquieren diferentes caracterizaciones que incluso comparten entre ellos. Por tanto, no es de extrañar que entre los mayas denominen al maíz, cuyo dios es Hun Ahau Yum Kax, como Itzamná, o que a Ometéotl, “padre y madre de los cielos, de los dioses y de los hombres” (Sahagún, 1946:630), se le conociera como Tonaca-



Maíz como *axis mundi*, *Códice Borgia*, página 53

tecutli o “señor de nuestra carne”⁴ (Sahagún, 1946:527) en una clara alusión al maíz.

A partir del carácter divino del maíz que se evidencia en la concepción cosmogónica de los cuatro tiempos-espacios bajo las figuras de cuatro Tezcatlipocas con los colores característicos de las mazorcas del maíz, se infiere que maíz y los cuatro Tezcatlipocas son una misma entidad, un mismo concepto en cuanto a características y cualidades divinas que rigen los cuatro rumbos del universo mesoamericano, son una misma epifanía.

En este orden de ideas, no es aventurado mencionar que en la figura de Quetzalcóatl como el hacedor de hombres, héroe cultural y mitológico, esté representado también el *tlayol*, la semilla de los dioses, el maíz.⁵ Así, este demiurgo, este dios hecho hombre, trasciende la muerte tal como lo hace la semilla del maíz, que cada ciclo se deposita en la profundidad de la tierra donde, después de

⁴ “Únicamente masa de maíz entró en la carne de nuestros padres”, se afirma en el *Popol Vuh* (1978:100). La alusión a Ometéotl como la epifanía del maíz es clara.

⁵ También Florescano (1995) llega a la conclusión de que Quetzalcóatl fue en sus orígenes una manifestación del dios del maíz sosteniendo que el mito de Quetzalcóatl fue un mito agrícola, fundado en la muerte y el renacimiento del dios del maíz.

morir como semilla, trasciende su muerte convirtiéndose en la nueva planta que alimentará el cuerpo y el espíritu del indígena de esta área cultural.

En este mismo contexto, los gemelos Hunahpú e Ixbalanqué tuvieron que descender hasta los dominios de Xibalbá en las profundidades de la Tierra, donde vivieron innumerables aventuras, e incluso murieron y luego trascendieron la muerte para convertirse uno en el Sol y el otro en la Luna. Como todo mito verdadero, el mito del maíz en la figura de los gemelos sigue una misma ruta, el mismo periplo que el ciclo del maíz. En consecuencia, en este ensayo afirmamos que el mito de los gemelos demiurgos del *Popol Vuh* es también la representación del mito agrícola del maíz.

De acuerdo con la concepción estructural del mito del eterno retorno propuesto por Eliade, se puede iniciar la construcción de un gran mito del maíz a partir de diferentes mitos y mitemas dispersos a lo largo de los ámbitos geográficos y temporales de Mesoamérica. En este trabajo, la construcción se da a partir del área central nahuatleca y del sureste mayense, a la manera de un enorme rompecabezas cuyos mitemas como piezas clave están representados por los cuatro Tezcatlipocas, los gemelos Hunahpú e Ixbalanqué, así como por la figura de Quetzalcóatl e incluso por la del mismo Ometéotl o Itzamná, en su versión más conceptual de Dios.

Las evidencias presentadas en este trabajo a partir de códices, diversos documentos de origen prehispánico y datos etnográficos, muestran que los dioses creadores, fundacionales y culturales de Mesoamérica en distintos momentos históricos y espacios geográficos, son una representación del gran mito del maíz, que se expresa en la figura y las cualidades de los cuatro Tezcatlipocas, los héroes del *Popol Vuh* o el demiurgo Quetzalcóatl. Asimismo, como centro del universo, por lo que es la representación máxima del mito del maíz.

Estos elementos del mito del maíz se expresan en rituales y prácticas que aún persisten en la memoria colectiva de comunidades indígenas del estado de Morelos. Así por ejemplo, en las comunidades de origen indígena de este estado, como Huitzilac, San Juan Tlacotenco, Coajomulco, San Andrés de la Cal, Cuentepec o Tetlama, se realizan rituales para pedir que los aires⁶ otorguen sus beneficios y retiren los maleficios para obtener cosecha abundante en la milpa.

⁶ Los aires, los *yijyekame* al parecer son la representación simbólica del dios Ehécatl, dios del viento, quien es otra caracterización de Quetzalcóatl.

En la *milakua* (ritual y ofrenda del maíz) les hablamos, junto a la piedra, junto a la ofrenda de tamales, mole, les hacemos oraciones: que Dios nos ayude, nos dé aguacero, que no haga males, que produzca bien, que no tiren la milpa,⁷ que no se revuelquen; si se revuelcan que lo hagan en donde nosotros no comemos, que lo hagan en el pasto; les hacemos (rituales con comida) para que también los *yejyekame* coman. Les hablamos y vienen de Cem-puala, Cuestépetl, Tlaltépetl, Kuajtsin [...] los siento, los *yejyekame* que llegan y empiezan a revolcarse en los pastos pero sólo de pasada [...] la *milakua* también se realiza en Amecameca (Estado de México), pero ahí participa todo el pueblo, juntos lo hacen o ponen la ofrenda en una cueva. También lo llaman *milakua*, también lo ponen igual en Tecomatlán [...] por Tlaltepec, Guerrero, por el sur también lo hacen (Jiménez, 2004).⁸

Respecto al sistema de producción agrícola conocido como milpa, el mismo entrevistado expresa:

Se siembra igual maíz y frijol juntos, pero echando en medio semillas de calabazas [...] No se controlaban las plagas sobre el maíz, no porque no había plagas, pero hace como 20 años se empezó a controlar contra plagas, hoy ya no crece parejo, tiene gusanos, hay mucha plaga, pienso, porque el mundo ya se está acabando y se tiene que renovar (Jiménez, 2004).

Al referirse al tipo de maíz que se siembra en las milpas de estas comunidades nos explica:

Las semillas eran anchas y delgadas [el olote] y muy blanco, esta variedad se sembraba mucho, también el elote del morado, sabe muy dulce y el elote que se sembraba era el que te decía [criollo de tipo ancho, pozolero], de los anchos también eran muy sabrosos, y los que hay ahora, como el híbrido, éstos no son dulces, saben muy simple y no se cuecen bien (Jiménez, 2004).

El curandero de Cuentepec narra también que, cuando se trabaja en la milpa, la tradición es llevar comida para ellos y también para los aires, los *yijyekame*.

⁷ Uno de los problemas de los maíces criollos es su porte alto, que los hace vulnerables a los vientos fuertes o tormentas que los "acama" los tira cuando la mazorca está madurando.

⁸ Entrevista realizada con el señor Lucio Güemes, uno de los curanderos de Cuentepec, Morelos, por Héctor Jiménez, estudiante de habla náhuatl. Toda la entrevista se realizó en lengua náhuatl. La traducción es del mismo Jiménez (2004).

Llevamos comida, nuestra tortilla, llevamos nuestra agua en nuestro bule. Cuando comemos en el campo ponemos nuestra tortilla en ayate y le hablamos a los *yijyekame* que coman también y que no nos hagan daño (Jiménez, 2004).

Se puede aseverar que todas las actividades agrícolas del sistema de milpa se realizan en un ámbito de sacralidad. Incluso para iniciar el corte de los elotes, se tiene una fecha que, dado un sincretismo necesario para preservar los cultos prehispánicos, se vincula con festividades cristianas.

En San Miguel van al campo a cortar elotes, llegando a la casa lo ponen a hervir; luego, hervidos lo ponen en una mesa, sahumerio, agua, todo esto se llama *huentle*; la hora [en que] lo ponen como a la una de la tarde, esto lo hacemos porque damos gracias a los *yejyekame* porque nos dio elotes y ya procreó la milpa. En la milpa se coloca *yajtle* [flor de pericón] porque con eso se bendice la milpa, esto tiene muchos años para que procreé bien y sin problemas (Jiménez, 2004).

En otras entrevistas con informantes calificados de otras comunidades indígenas de Morelos, como Huitzilac, Coajomulco, San Andrés de la Cal o San Juan Tlacotenco, tanto hombres como mujeres expresan en sus narraciones gran similitud en cuanto a los rituales de siembra, cultivo y cosecha del maíz.

En este orden de ideas, se propone la organización del gran mito del maíz a través del modelo del mito del eterno retorno propuesto por Mircea Eliade. Así, se hace cierto el ciclo en los gemelos del *Popol Vuh*, que descienden a la región de Xibalbá, como también en la figura de Quetzalcóatl, que baja al reino del Mictlan para rescatar la osamenta de los antepasados reviviendo el ciclo del eterno retorno del maíz, que se deposita en las entrañas de la tierra. Una vez ahí, en las profundidades del Mictlan y de Xibalbá, los héroes pasan, no sin dificultad, innumerables pruebas; incluso tienen que morir para poder transformarse (Quetzalcóatl en la estrella de la mañana y los gemelos en el Sol y la Luna), del mismo modo que la semilla del maíz, una vez en la tierra, tiene que enfrentarse a muchas adversidades, tales como insectos que la devoran, enfermedades, sequías, anegamientos, etc. Finalmente, una vez que se ha llenado de la humedad de la tierra, muere como semilla para iniciar un proceso de germinación que la transforma en nueva planta de maíz.

De aquí que la terquedad del indígena mesoamericano por realizar cada primavera la siembra del maíz no puede explicarse me-

dian­te una concepción económica y de autosuficiencia alimentaria, sino como la experiencia espiritual a través de la cual se trasciende la muerte y con ello se le da un significado a la existencia, cuyo cuestionamiento ha estado angustiosamente presente en la conciencia humana a lo largo de toda la historia del hombre. Y que a través de religiones, filosofías y mitos se busca una respuesta.

Si no realiza cada ciclo el ritual de la siembra de maíz, el campesino no sólo pierde el alimento de su cuerpo, sino también el sentido de su existencia, de su tránsito por la Tierra; sin este ritual cíclico no puede trascender su propia mortalidad.

Y es que en cada ciclo del maíz la muerte se trasciende y se transfigura a través del símbolo de Quetzalcóatl, que trasciende la mortalidad al transformarse en Venus, y los gemelos al transformarse en el Sol y la Luna, y el maíz en una nueva vida, en una nueva planta luego de la muerte de la semilla. Al repetir el ritual cíclico del maíz, el campesino también, aun sin saberlo de manera consciente, trasciende la muerte y le da sentido a su existencia, lo que se manifiesta en rituales, prácticas y formas de relacionarse con sus semejantes y con el medio.

El mito del libre mercado

En el apartado anterior analizamos los rituales y las prácticas de producción de maíz sustentadas en el sistema de milpa, a partir del mito mesoamericano, entendiendo el vocablo “mito” en su acepción más completa, como algo viviente que le da sentido y razón de ser a la cotidianidad del hombre, que puede explicar las acciones, actitudes y representaciones sociales y que a la luz de una objetividad cartesiana no es posible comprender o predecir. Éste es el enfoque y el significado del mito verdadero que, a decir de Mircea Eliade, sigue el periplo del “eterno retorno” al SER que le da sentido a la existencia.

Sin embargo, también se usa la palabra “mito”, en su acepción peyorativa, asumiendo en este caso la connotación de falacia, mentira, engaño. Esta acepción peyorativa del mito nos servirá para reflexionar sobre la relación entre el maíz y el libre mercado.

A mediados del siglo pasado, en los años cuarenta, México era autosuficiente en materia alimentaria. Aun más, en los albores de los cuarenta el país se convirtió en un importante exportador de básicos para el vecino país del norte. Esta relación comercial se vio fortalecida por la segunda conflagración mundial, ya que su potencial humano de producción fue enviado a combatir al otro lado del Atlántico.

A inicios de la década de los cuarenta, en México se dio el fenómeno de la coexistencia dialéctica entre dos escuelas de investigación agrícola: una *productivista*, que seguía el modelo estadounidense a través de la Oficina de Estudios Especiales (OEE), con científicos estadounidenses, y otra *social*, que se impulsó a través del Instituto de Investigaciones Agrícolas (IIA) con científicos mexicanos. Sobre decir que las políticas agropecuarias privilegiaron el enfoque productivista en detrimento del social, y por ende de la producción de básicos.

En este contexto, la ciencia agrícola se desarrolló con un enfoque productivista. En las políticas agropecuarias se privilegió la infraestructura hidráulica para el riego agrícola, en especial en el norte y el noroeste de México. Las líneas de investigación se enfocaron en el mejoramiento de variables de rendimiento de las cosechas, el uso de paquetes tecnológicos bajo una lógica de mayor rendimiento por unidad de superficie y cuyos productos se destinaban al mercado. Con esta lógica productivista y de mercado los componentes no técnicos ni medibles de la agricultura, como el impacto en el medio o su pertinencia social, no fueron relevantes para la investigación, ya que el paradigma cartesiano asume que lo científico debe ser objetivo, cuantificable, reduccionista y aséptico ideológica y socialmente.

Así, la agricultura social, cuyos principales protagonistas eran los indígenas y los campesinos marginales, no contó con los recursos para la adquisición de los insumos del paquete tecnológico, por lo que no se sembraron semillas mejoradas, no usaron fertilizantes químicos, ni maquinaria ni pesticidas para control de plagas y enfermedades; tampoco se tenían grandes extensiones de terreno y se carecía de tierras de riego. Por todas estas razones, este sistema de producción no entró a la era del “progreso”, se quedó rezagado, convirtiéndose en un lastre cada vez más pesado para la agricultura moderna del país.

Entre las razones que explican el rezago de la agricultura en general y del sistema de producción social en particular, está el hecho de que históricamente el sector agrícola no ha sido el más fortalecido a través de los modelos de desarrollo del país. En efecto, desde la declinación del Porfiriato, en los planes y programas de gobierno dejó de privilegiarse la actividad del sector primario, encargado de la producción de alimentos.

En los años cuarenta, después de la posguerra, México quiso imitar el milagro económico europeo apuntalando el desarrollo de la industria y la sustitución de importaciones, por lo que, sin considerar sus diferencias con el viejo continente, adoptó este modelo de

desarrollo; en consecuencia, privilegió el desarrollo de una incipiente industria azteca al trasladar materias primas, recursos económicos y humanos del agro a la industria, generando una mayor descapitalización en el primero.

Este modelo de desarrollo económico en México no dio los resultados que en su momento propiciaron el milagro de recuperación económica europea.

A finales de los años setenta, con el descubrimiento de los enormes yacimientos petrolíferos de la Sonda de Campeche, se pensó que surgía una nueva etapa de desarrollo para el país, basado en la extracción del crudo, por lo que se apostaron todos los recursos habidos y por haber y se adquirió una enorme deuda para ampliar y modernizar la industria extractiva del petróleo.

Era tal el optimismo que generó esta estrategia de desarrollo que José López Portillo, el presidente en turno, no vaciló en decir públicamente a la nación una de sus tantas frases “célebres”: “Ahora tenemos que prepararnos para administrar la riqueza”.

Sin embargo, las fluctuaciones internacionales de los precios del petróleo y las presiones de los países productores de crudo del Medio Oriente pronto desencantaron esta propuesta de desarrollo y dejaron al país con una deuda enorme y menor producción de alimentos, los que a estas alturas de la historia nacional se tienen que importar caros y pagar con crudo barato en muchas ocasiones.

No entender que el desarrollo del país debe sustentarse en el desarrollo de la agricultura y la ganadería ha originado un fuerte retraso en los niveles de bienestar en salud, educación, alimentación, cultura y recreación de los mexicanos, pero en forma especialmente dramática, del habitante del campo, que hoy se traduce en pobreza extrema sobre todo en las comunidades indígenas.

No entender esta realidad nacional nos ha hecho cada día más dependientes del exterior y ha comprometido cada vez más nuestra autosuficiencia y soberanía alimentaria.

En los inicios de 2007 se evidenció de manera dramática el descuido del campo y la falacia económica de que es mejor comprar maíz que producirlo, pues en México resulta más barata su compra que su producción, dadas sus ventajas y desventajas comparativas.

Una fría mañana de enero de ese año el pueblo de México se despertó con la gélida noticia de que la tortilla, que el día anterior tenía un precio de seis pesos el kilo, costaba diez pesos o más.

La noticia preocupó a todas las estructuras políticas, sociales y económicas del país. Se trataba de un asunto de no poca monta; era

un asunto de seguridad nacional. Sin embargo, tuvieron que pasar varios días para que el gobierno del país saliera de su espasmo. Casi ocho días después del incremento de la tortilla, Eduardo Sojo, entonces secretario de Economía, declaró que se importarían de manera emergente 650 mil toneladas de maíz y de esta manera las infalibles leyes del mercado controlarían su precio en tres semanas.

Otras dependencias gubernamentales relacionadas con el sector agropecuario se atrevieron a dar la cara casi 15 días después. Los titulares de la Secretaría de Desarrollo Social (Sedesol) y de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa), ante el cuestionamiento de si el Estado tenía contempladas medidas para el control del precio de la tortilla, respondieron que el gobierno de la República no tiene ninguna injerencia en la regulación de los precios del maíz y la tortilla. En efecto, en una lógica de mercado, el Estado no debe intervenir; son las fuerzas internas del mismo mercado las que regulan el precio del producto. Eso es lo que ingenuamente se espera en la lógica del libre mercado.

Hasta 1998 el gobierno cumplía la función de regular los precios, el abasto y la distribución del maíz y la tortilla a través de la Comisión Nacional de Subsistencias Populares (Conasupo), pero en cumplimiento de acuerdos firmados en el Acuerdo General sobre Comercio y Aranceles (General Agreement on Tariffs and Trade [GATT]) y el TLCAN, se desmanteló la Conasupo y se dejó en manos del libre mercado (Minsa, Maseca y Cargill) el control de las importaciones, la distribución y los precios.

Diversos actores directos o indirectos, e incluso ajenos al agro nacional, presentaron diferentes visiones y versiones sobre el problema del encarecimiento de la tortilla a inicios de 2007. A continuación mencionamos algunas de ellas.

El líder de la Asociación Nacional de Empresas Comercializadoras señaló que el problema estriba en la “peligrosa dependencia alimentaria del exterior” y denunció que ésta tiene como origen la importación de maíz que desalienta la producción nacional, a lo que se suma el control de grano por Cargill, así como la industrialización de la masa.

Por su parte, la Cámara Nacional de la Industria de Transformación (Canacintra) también entró a la lluvia de declaraciones aportando su muy particular y reduccionista visión. Este organismo consideró que el problema del desabasto y aumento del precio de la tortilla tenía su origen en una nueva demanda de maíz en el país del norte. En efecto, en los albores del nuevo milenio se vislumbró

un nuevo destino de la producción maicera del Corn Belt, de Estados Unidos, que es hoy la franja maicera de mayor producción a escala mundial. El nuevo destino del maíz en Estados Unidos es, por razones coyunturales de la industria energética, la producción de etanol como bioenergético, por lo que la Canacina afirmó que ésta era la causa del encarecimiento del producto.

En la explicación e interpretación del problema muchos actores no vinculados al agro dieron su versión. La Iglesia católica emitió su opinión asumiendo dos versiones contradictorias: por un lado, Arismendi Esquivel, obispo de San Cristóbal, señaló que el problema era de tal envergadura en la vida nacional que se podría generar un movimiento como el de 1994 (levantamiento armado del autonombrado Ejército Zapatista de Liberación Nacional, EZLN); por otro lado, el cardenal Norberto Rivera minimizó el problema diciendo textualmente que “esto no significa una tragedia y no desencadenará alza en otros básicos ni generará una guerra social”. El mismo cardenal se atrevió a afirmar, como todo un experto, que la apertura de las fronteras a la importación del maíz blanco era la medida correcta que le daría solución al problema del desabasto y el alza del precio del alimento nacional.

Otro de los actores, si no ajeno al menos sí actor indirecto del agro, Guillermo Ortiz, gobernador del Banco de México, declaró que el problema de la tortilla era la especulación y el acaparamiento, coincidiendo en esto con el Consejo Nacional Agropecuario (CNA). En efecto, como resultado del TLCAN el Estado dejó de intervenir en el control de precios del maíz y la tortilla, y dejó este control en manos de Cargill, Maseca y Minsa, que son al mismo tiempo industrializadores, acaparadores del grano local e importadores, y por tanto los que controlan la oferta y la demanda.

El Consejo Estatal de Producción de Maíz de Sinaloa, en voz de su presidente, Campos Encinas, afirmó por su parte que la cosecha de Sinaloa, el mayor productor de maíz, fue comprada por estas compañías (Maseca y Minsa) a 1 450 pesos la tonelada, y que la estaban vendiendo en 3 500; nada despreciable ganancia. Una investigación de Hernández Navarro estimó que estos grandes acaparadores tienen almacenados alrededor de un millón de toneladas.

- La tortilla y el mito del libre mercado

Muchas voces, en un ámbito de pensamiento analítico y una lógica de mercado, claman por las bondades de la libre importación del maíz sin reconocer toda la complejidad del fenómeno, que impac-

ta tanto en lo social como en lo ambiental. Recordemos que México, en los inicios de los años sesenta del siglo pasado, era autosuficiente alimentariamente y que incluso en los albores de los años cuarenta fue exportador del básico a Estados Unidos. Lo anterior se revirtió debido a las políticas que desalentaron la producción de maíz y porque la investigación agrícola privilegió el modelo productivista olvidando al productor social, es decir, al productor sustentable, que además es el productor de básicos.

El mayor desmantelamiento del aparato productivo agropecuario en México se dio a partir de los años ochenta con el GATT, y después en los noventa con el TLCAN, al adoptar el libre mercado como estrategia de desarrollo del país.

En este nuevo ensayo de desarrollo del país, la acción reguladora del Estado y la soberanía alimentaria, desde la lógica de mercado, es un estorbo para los intereses de las compañías internacionales, que son las que dictan las reglas del juego y las políticas de Estado.

Toda sociedad tiene sus mitos primigenios y creacionales, que explican las construcciones sociales a través de las cuales se dan las relaciones entre los hombres y entre el hombre y la naturaleza, así como las actitudes, acciones y prácticas de la cotidianidad social.

En la sociedad moderna se ha inventado, o mejor, se ha impuesto un falso mito para explicar sus acciones y actitudes a partir del cual *el tener* es más importante que *el ser*. El mito de la sociedad moderna se conoce como *el libre mercado*.

Haciendo una parodia con la estructura de un verdadero mito, el libre mercado se asume como un héroe mitológico, anónimo y abstracto, procreado por la unión incestuosa de la globalización y la filosofía neoliberal, que dotan a este demiurgo de extraordinarios poderes: *la oferta y la demanda*, armas infalibles con las que podrá regular (vencer) los mercados, y por tanto los precios. Sin embargo, este demiurgo, que no es tan anónimo, tiene un nombre y obedece a intereses bien concretos de acumulación desmesurada. Este mito del libre mercado, al menos en el caso de la tortilla, no ha podido mostrar sus poderes para regular el incremento de este alimento básico en un proceso especulativo.

Este moderno héroe mitológico no completa el ciclo del eterno retorno al bajar a las entrañas de la tierra, donde debería vencer a las fuerzas del inframundo, resurgir victorioso, transformado en un nuevo ser para su reencuentro con el SER. No se completa este periplo que cumplen los mitos verdaderos, pues este mito inventado e impuesto es falso en su acepción explicativa del quehacer del hombre, que le da sentido y significado a su cotidianidad.

Las evidencias muestran que, al menos en el caso del incremento desmedido de la tortilla, no son la oferta y la demanda las que controlan y regulan los precios y el mercado, sino los intereses desmedidos de compañías que a un tiempo son acaparadoras, importadoras, transformadoras y distribuidoras, quienes especulan con el grano del maíz al desaparecer de manera casi mágica cientos de miles de toneladas para aparentar desabasto y encarecer los precios.

La justificación de que el maíz se está destinando a la producción de etanol porque es más rentable, lo que impacta en el alza de los precios, tampoco fue una explicación suficiente para el alza especulativa de la tortilla en México, ya que en la bolsa de Chicago el maíz se cotizaba a inicios de 2007 en 144 dólares la tonelada, contra los 3 500 pesos la tonelada con que Cargill vendía en México a los molineros.

El incremento injustificado de la tortilla evidencia una vez más el mito (en su acepción peyorativa de engaño, falacia) del libre mercado, donde son los intereses de unos pocos los que atentan contra los de una mayoría, sin que importe ahondar más la pobreza o el deterioro del medio.

Hasta aquí, se han mostrado las diferentes visiones y versiones de actores no vinculados directamente con el agro. Veamos cuál es la visión de los actores directos, de los protagonistas del agro nacional, los indígenas y los campesinos marginales.

Los actores (productores, campesinos, indígenas y sociedad civil), en enero de 2002, reunieron a 138 organizaciones, generando el documento “En defensa del maíz”.

En este documento se parte del supuesto de que el maíz es el núcleo de la economía campesina, base de la dieta popular y corazón de nuestra cultura, considerándolo como patrimonio de la humanidad.

Por lo anterior, en dicho documento se declara al maíz como “recurso estratégico de seguridad nacional”, lo cual implicaría establecer políticas de protección y fomento de este cereal que involucren aspectos de desarrollo tecnológico y organizativo, pero sobre todo que estas políticas impacten en mejorar la vida del campesino y el indígena, que producen 70 por ciento del maíz sostenible en el país.

Y es que a estos actores directos, los campesinos y los indígenas del país, no llegaron las bondades de la revolución verde, pues la tecnología se enfocó en los productores con capacidad de compra de paquetes tecnológicos que involucran superficies planas (muy limitadas en el país); de riego (25 por ciento de la superficie nacio-

nal cultivada); capital para la compra de insumos del paquete tecnológico, situación que no se da entre 70 por ciento de la producción llamada sustentable, cuyo potencial, según el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas y Forestales (Inifap), es de 40 millones de toneladas, producción que rebasaría con mucho la demanda de 25 millones que se estima actualmente para el país.

LA CIENCIA AGRÍCOLA: UNA HISTORIA DEL MAÍZ

Las fuentes documentales sobre la historia de la agricultura, y en especial de la ciencia agrícola en México, son variadas y ricas, aunque se encuentran dispersas y con escasos intentos de sistematización. Empezar un estudio en este ámbito, sin una estrategia que nos permita organizar y esquematizar toda esta información, puede conducirnos a una mera descripción lineal, cronológica, acumulativa y triunfalista, a la manera de la tradición histórica positivista heredera del siglo XIX, con carácter eurocentrista y un enfoque internalista que olvide nuestro contexto cultural.

En esta orientación se pretende organizar parte de la información sobre las aportaciones de la ciencia agrícola en los diferentes periodos de la historia contemporánea del país.

En este esfuerzo de organización se parte de la premisa de que el maíz se ha constituido en México, a lo largo de su historia, como el eje económico, cultural y ecológico alrededor del cual ha girado la historia de la agricultura y de la ciencia agrícola, por lo que se propone al maíz como el eje que organiza y permite interpretar el desarrollo de la ciencia agrícola en los contextos económico, cultural y ecológico en los diferentes periodos de la historia nacional.

La historia contemporánea del agro mexicano se puede resumir en dos escenarios principales:

1. El del productor agrícola, cuyos productos se destinan al mercado nacional o internacional, representado durante la Colonia por los españoles dueños de la tierra y también por el clero; en la época independiente por los hacendados; en la etapa prerrevolucionaria por los grandes terratenientes, y en los tiempos modernos por los empresarios agrícolas.
2. El otro escenario es el de la producción social; en éste, el campesino destina su producción principalmente a la *autosuficiencia alimentaria*. Este segundo escenario está representado tradicionalmente por la población indígena y los campesinos

marginales que siembran en condiciones de temporal deficiente y errático (Gómez *et al.*, 2000).

En el primer escenario, en 2001 se ubicaba apenas un poco más de uno por ciento de los habitantes del medio rural, pues de los casi 27 millones que habitaban en el agro, sólo 300 mil ingresaban a los mercados nacionales o internacionales como empresarios (Enciso, 2000). En función de las visiones de estos dos escenarios se desarrolla la ciencia agrícola a lo largo de su historia con dos enfoques: el desarrollo de la ciencia para satisfacer las necesidades y los requerimientos del primer escenario (de la producción para el mercado), y el enfoque de la ciencia agrícola para la producción social y la sustentabilidad, que responde a las necesidades del segundo escenario a través de una ciencia agroecológica que, aunque incipiente, tiene un impacto cada vez más decidido frente a los efectos entrópicos de la agricultura moderna productivista.

Se pretende también reflexionar sobre los siguientes interrogantes:

- ¿De qué manera han influido los contextos históricos, sociales, económicos y ecológicos en el desarrollo y enfoque de la ciencia agrícola?
- ¿Se puede explicar el actual desarrollo de la ciencia agrícola en función de las visiones de la agricultura prevalecientes en cada época histórica?
- ¿La actual situación de insuficiencia y pérdida de la soberanía alimentaria se puede explicar por los enfoques ontológicos, epistémicos, metodológicos y axiológicos que responden a la visión dominante de la ciencia agrícola en México?
- ¿Es la ciencia y en particular la ciencia agrícola una construcción social que se puede construir y deconstruir de acuerdo con los diferentes contextos locales, históricos, ecológicos y sociales con miras a la construcción de un futuro deseable?

Maíz, eje rector del desarrollo de la ciencia agrícola

Cuenta la leyenda de las comunidades indígenas de los Altos de Morelos que el “*tlayol*, semilla de los dioses”, que conocemos como maíz, fue entregado al hombre para su sustento y alegría (Gómez *et al.*, 2000). En el *Popol Vuh*, al describirse la culminación de la creación, con la aparición del hombre, tuvieron que probarse varios materiales: primero el barro, luego la madera, y finalmente la pas-

ta del maíz, que le confirió al ser humano la capacidad de sentir, disfrutar y agradecer (*Popol Vuh*, 1978).

En todas las cosmogonías americanas el maíz está presente como elemento fundacional de la cultura y creacional de la humanidad; es el cereal civilizatorio de este continente. El maíz sobrevivió a la Conquista, está sobreviviendo al capitalismo y, más aún, se ha “aclimatado” a este sistema. Hoy, a inicios del siglo XXI, cuando el indio siembra maíz en el solsticio de verano, cumple un ritual de más de ocho mil años. ¡Ocho mil años de historia! (Mier, 2000).

La soberanía alimentaria, uno de los componentes socioeconómicos que últimamente ha caído en desuso, ha vuelto a ser retomada por la FAO e incluso por el Banco Mundial. En México, la soberanía alimentaria tiene que ver con el maíz y otro de sus inseparables componentes: la tecnología de la milpa (asociación de maíz con otros cultivos como frijol, calabaza, chile...) (Mier, 2000).

El maíz es el alimento básico en la dieta del mexicano, y el alimento casi único de las comunidades indígenas y marginales. No es aventurado decir que el desarrollo de estas comunidades está directamente ligado a la producción del maíz, sobre todo del criollo, el maíz de los pobres que, merced a su variabilidad genética, puede dar granos aun en las condiciones climáticas, edáficas, bióticas y sociales más adversas (Gómez *et al.*, 2000).

El maíz cobra mayor importancia en las zonas rurales más pobres y marginadas del país, la dieta indígena está constituida fundamentalmente por frijol, maíz y productos obtenidos en la milpa ancestral. Sólo esporádicamente consumen carne u otros alimentos de origen animal. Casi 90 por ciento de la oferta de maíz en México se destina al consumo humano, contra 17 por ciento en Canadá y 22 por ciento en Estados Unidos (FAO, 1991).

En el año 2000 la población económicamente activa (PEA) en México era de 39 millones, de los cuales ocho millones trabajaban en el sector agropecuario, 3.15 millones cultivaban maíz en 8.6 millones de hectáreas, que constituyen 60 por ciento de la superficie total agrícola (Centro de Estadística Agropecuaria, 2001).

Dos hechos revelan la importancia del maíz para los mexicanos: su consumo masivo en zonas urbanas y rurales, donde este cereal aporta más de la mitad de calorías y proteínas de la dieta diaria, y el hecho de que este cultivo aglutine a más de dos terceras partes de los productores agrícolas.

Un fragmento del *Códice Florentino* sintetiza e interpreta en forma poética los argumentos sobre la importancia histórica, económica, social y cosmogónica del maíz:

Escucha, el Tonacáyotl [maíz], nuestro sustento, es para nosotros merecimiento completo. ¿Quién fue el que dijo, el que nombró al maíz, carne nuestra, huesos nuestros? Porque es nuestro sustento, nuestra vida, nuestro ser. Es andar, moverse, alegrarse, regocijarse. Porque en verdad tiene vida nuestro sustento, muy de veras se dice que es el que manda, gobierna, hace conquistas. Tan sólo por nuestro sustento, Tonacáyotl, subsiste la tierra, vive el mundo, poblamos el mundo. El Tonacáyotl es lo en verdad valioso de nuestro ser (*Códice Florentino*, 1905).

En la ciencia agrícola de México, a lo largo del siglo XX, han estado presentes dos enfoques en constante debate: el enfoque productivista y el social, que responden a diferentes necesidades de los escenarios ecológico, social y económico del agro. Algunas de las características que definen a cada uno de estos enfoques se presentan a continuación:

- a) El enfoque productivista, conocido también como agricultura moderna, se reconoce y legitima con una metodología de las ciencias de corte positivista y cuantitativo, que se basa en la concepción básica de que los procesos productivos agrarios pueden ser manipulados mediante la aplicación de conocimientos de la física y la química, cuyos indicadores son el volumen de la producción, rendimiento, cantidad de tractores y maquinaria, uso de agroquímicos, nivel de especialización comercial y monocultivo.

La agricultura moderna, con una visión mecánica y entrópica en función de la producción como actividad transformadora de la energía y la materia, no considera los desechos y los daños ambientales que puede ocasionar (González de Molina, 1992). Las tecnologías generadas por la ciencia mediante este enfoque se convierten en mercancías que se venden para intensificar la explotación de los recursos con la lógica del costo-beneficio, sin importar el deterioro de los recursos, todo bajo la noción del “progreso” que implica el dominio del hombre sobre la naturaleza (Gómez *et al.*, 1998), concepto antropocéntrico judeocristiano de apropiación de la naturaleza (Torres, 1999).

El desarrollo de la ciencia agrícola y la realidad han mostrado las debilidades de esta visión del conocimiento científico. En efecto, a 50 años de la revolución tecnológica agrícola conocida como revolución verde, sustentada en el fitomejo-

ramiento y el uso de paquetes tecnológicos, se manifiesta una pérdida de la fertilidad del suelo, la contaminación del agua, suelo y alimentos y el incremento de plagas y enfermedades, entre otros efectos (Gómez *et al.*, 1998).

- b) El enfoque social (enmarcado en la agricultura tradicional) tiene como móvil principal el abasto y consumo de los productos, principalmente el maíz, y se expresa hoy a través de la agricultura sustentable. La Comisión Brundtland 1988 define la sustentabilidad como “Todo desarrollo que satisface las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las suyas”. Este enfoque se opone al productivista. También se le conoce como alternativo o agroecológico. La agroecología tiene una dimensión integral donde las variables sociales tienen un papel relevante, ya que aunque se parte de la dimensión técnica cuyo primer nivel de análisis es la finca, pretende entender las múltiples formas de dependencia que el funcionamiento actual de la política y de la economía genera sobre los agricultores.

En los análisis de la agroecología se considera como elemento central la matriz sociocultural que dota de una *praxis* intelectual y política a su identidad local y a su red de relaciones sociales. La agroecología se desarrolla en el contexto sociocultural, por lo que rebasa el nivel de la producción para introducirse en los procesos de circulación, transformando sus mecanismos de explotación social. Así, la agroecología aparece como desarrollo sustentable y elabora propuestas de acción social colectivas que buscan sustituir la lógica depredadora del modelo productivo agroindustrial hegemónico por otro que apunte hacia una agricultura socialmente más justa, económicamente viable y ecológicamente apropiada (Guzmán *et al.*, 2000).

La agroecología se basa en un enfoque holístico y sistémico que busca la multicausalidad dinámica y la interrelación. Concibe el medio ambiente como un sistema abierto, compuesto de diversos subsistemas interdependientes que configuran una realidad dinámica de complejas relaciones naturales, ecológicas, sociales, económicas y culturales (Jiménez Herrero, 1989, citado por Molina).

Esta concepción de la agricultura es denominada técnica agrícola tradicional (TAT) por Hernández Xolocotzi (1985), la cual se practica en las comunidades indígenas del país desde antes de la llegada de los españoles en 1521. La agricultura indígena y campesina cons-

tituye uno de los sistemas productivos más importantes en el campo mexicano, por la extensión y magnitud de los recursos empleados, por la generación de empleos, por sus usos en la medicina tradicional, la alimentación, el mantenimiento de valores culturales, y por aportar económicamente la mitad del maíz producido en el país (Gómez *et al.*, 1998).

La tecnología tradicional agrícola puede aportar elementos técnicos, sociales y estratégicos a la incipiente ciencia agroecológica y sustentable. Los principios tecnológicos extraíbles del estudio de agroecosistemas tradicionales pueden utilizarse para diseñar agroecosistemas sustentables en los países industrializados y así corregir muchas de las deficiencias que afectan a la agricultura moderna (Altieri y Merrick, 1987).

De Souza Silva (2002), al argumentar su tesis sobre las visiones en conflicto en el “cambio de época”, menciona que cada época histórica comparte una metáfora sobre la realidad, como una ventana cultural a través de la cual se ve la realidad para interpretarla y transformarla. Por tanto, se perciben múltiples realidades en función de las visiones del mundo que se adoptan.

En una visión mecanicista, que caracteriza a la época histórica del industrialismo y cuya metáfora es la *máquina*, la agricultura se percibe como una maquinaria sofisticada que puede predecir y controlar a la naturaleza.

En la visión económica que tiene como metáfora el *mercado*, la agricultura se reduce a un mero proveedor de materias primas para la agroindustria y el desarrollo de la agricultura competitiva (éste es el credo profesional de la actual educación agrícola superior).

Por otra parte, en la visión holística del mundo se incorpora la metáfora de *un sistema* complejo, dinámico, multidimensional, interdependiente y con múltiples funciones. Así, la agricultura es también un sistema que refleja las características y contradicciones de la sociedad que la desarrolla.

El desarrollo de una agricultura sostenible se centra en la mejora de la calidad de vida de la mayoría, en sintonía con la sostenibilidad del planeta. Es claro que la visión mecánica y la económica son los paradigmas del enfoque productivista, en tanto que la visión holística se corresponde con el enfoque social.

La ciencia agrícola y sus productos —las técnicas, con el enfoque que aquí denominamos *productivista*— se han desarrollado en la tradición filosófica del positivismo, que desde los años sesenta ha sido cuestionada. Se necesitan nuevas premisas ontológicas, epistemológicas, metodológicas y axiológicas.

De Souza Silva (2000) explica las diferencias sustantivas de las premisas de la ciencia clásica positivista y de la ciencia alternativa emergente, constructivista, a la que denomina también de “contexto céntrico”, desde la que se aborda la agroecología en el ámbito de la producción social agropecuaria. De Souza reflexiona y desglosa las diferencias de estas dos visiones de lo científico desde cuatro ámbitos:

1. En el método clásico (positivista) la dimensión ontológica asume que la realidad existe en forma objetiva, independiente de nuestra percepción. La misión de la ciencia es descubrir esta realidad, en la cual lo relevante es lo que puede ser visto, pesado, medido, contado e idealmente traducido al lenguaje matemático.

Por el contrario, en el modo emergente constructivista o de contexto-céntrico, se asume que no existe una, sino múltiples realidades, todas dependientes de las diferentes percepciones de los grupos de actores sociales. Se plantea que la realidad es socialmente construida, por lo que también puede ser transformada socialmente.

2. En la dimensión epistemológica, en el modo clásico se asume que lo importante es conocer las “leyes naturales” que rigen el funcionamiento de la realidad, y se reconoce que el todo está contenido en sus partes (reduccionismo).

En el modo de contexto-céntrico se parte del holismo, en el que es relevante comprender los procesos de interacción a través de los cuales los actores sociales construyen sus diferentes percepciones de la realidad.

3. En la dimensión metodológica, el modo clásico asume que el único método es aquel que realiza una asepsia ideológica de valores, intereses y compromisos del investigador. Así, el método experimental y las técnicas estadísticas que permiten traducir la verdad al lenguaje matemático son ideales para generar conocimiento objetivo y por ende “verdades científicas” válidas.

Por el contrario, el modo de contexto-céntrico asume como apropiados los métodos interactivos que permiten incorporar, como parte integral de la investigación, al investigador mismo, así como al resto del contexto y sus actores.

La metodología positivista está comprometida con el propósito de conocer para controlar, en tanto que la constructivista con el de comprender para transformar, señala De Souza.

4. En la dimensión axiológica, el modo clásico acepta la neutralidad de la práctica científica, por lo que se impide la penetración de valores e intereses humanos del investigador; nada rompe la inmunidad ideológica.

En el modo de contexto-céntrico se asume la necesidad de la interacción humana para crear consensos sobre la realidad, el conocimiento para interpretar e intervenir en la realidad. Se propone (con el modo constructivista) un nuevo contrato social para la ciencia, *una ciencia con conciencia*, en el planteamiento de Edgar Morin.

Una ventana a la historia de la ciencia agrícola

Enseguida realizamos un recuento histórico de la ciencia agrícola en el México contemporáneo, tomando como referentes los dos enfoques de la agricultura nacional: el productivista y el social. A partir de estos enfoques es más fácil estructurar algunos eventos relevantes que permitan entender el desarrollo de la ciencia agrícola en el entorno social, histórico, económico, local y global a lo largo de distintas etapas del México contemporáneo.

La vida cotidiana tiene una historia. No sólo desde el punto de vista de que las revoluciones sociales cambian radicalmente la vida cotidiana, por lo cual bajo este aspecto, ésta, no sólo es un espejo de la historia, sino también en cuanto a los cambios que se han determinado en el modo de producción, a menudo se expresan en ella antes de que se cumpla la revolución social a nivel microscópico (Agnes Heller, 1977).

En este contexto, al estudiar la ciencia agrícola en la historia de México se pretende ubicarla en su entorno social e histórico, pero también en el de la cotidianidad de los protagonistas que le dan significado al quehacer científico y permiten la comprensión de su desarrollo en la historia. Sólo así se puede entender y comprender el origen de los dos enfoques en conflicto aquí propuestos.

Para abordar esta temática se acudió a las referencias plasmadas en diferentes documentos, pero también, y de manera muy especial, a las vivencias de uno de los protagonistas de la ciencia agrícola en la historia de México, Gabriel Baldovinos de la Peña (n. 1922), primer doctorado mexicano en ciencias agrícolas, sobre su quehacer científico agrícola, como pionero de la ciencia agrícola en el país.

Por tanto, este apartado se organiza con base en una serie de entrevistas realizadas a Baldovinos de la Peña (2003), quien también comparte el mérito de haber sido el primer director del Colegio de Posgraduados de México. Es menester señalar que para darle continuidad a esta presentación se obvian las preguntas del entrevistador y se deja la exposición casi textual de este protagonista; en algunos casos, por la relevancia vivencial que explica el contexto de la actividad de Baldovinos, se acude a la cita textual. Los datos adicionales que complementan la riqueza de esta entrevista se señalan con la fuente respectiva; las aclaraciones y los señalamientos se encierran entre paréntesis para no interrumpir la riqueza narrativa ni la frescura de la misma.

Con la generosidad que lo caracteriza, Baldovinos aceptó gustoso esta entrevista en su cubículo de investigador de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Baldovinos, en 2003, contaba con 82 años de edad. Sin embargo, su lucidez y memoria prodigiosa me dejó tan impactado que me atreví a preguntarle cómo podía recordar tantos datos, fechas, circunstancias y nombres, de manera tan fresca y clara, que era la envidia y admiración de sus jóvenes estudiantes.

Baldovinos de la Peña inició su narración explicando que

[...] en los primeros años de 1900 se modificó el plan de estudios y la forma de investigación de la escuela de San Jacinto, lo cual dio origen a cuatro campos experimentales: el de Río Verde en San Luis Potosí; el de San Juan Bautista, hoy Villahermosa, Tabasco; otro en Ciudad Juárez, Chihuahua, y la sede en la Estación Agrícola Central Experimental, en San Jacinto, D.F.

En el periodo de 1907 a 1911, nos dijo, dos ilustres franceses participaron en el enfoque y desarrollo de la ciencia agrícola: el ingeniero Gabriel Itie Canteloue, quien era botánico y fisiólogo, y León Fourton Morrison, edafólogo. Al adquirir mayor fuerza la Revolución mexicana en 1911, se cerraron los campos experimentales y se interrumpieron los trabajos científicos.

En el periodo de 1854-1910 se tenía como función básica la constitución de escuelas nacionales de agricultura para servir a las haciendas como unidades de producción para el desarrollo capitalista. Como marco legislativo se tenía la "Corte de Cádiz, Ramos Arizpe 1812, la Constitución de 1857, las leyes de Reforma: Ley de 1869, que dieron pie a la creación de las carreras de ingenieros en agricultura y veterinaria. Las corrientes en debate en esta etapa eran el federalismo contra el centralismo" (Victorino y Quispe, 1998).

De 1915 a 1921, continuó diciendo Baldovinos, el doctor Carlos Reiche (alemán) dirigió la Facultad de Altos Estudios de la Universidad Nacional de México. Trabajaron en esta institución Fernando Ocaranza e Isaac Ochotorena. Estos trabajos generaron investigación básica, pero se interrumpieron en 1921 cuando José Vasconcelos, nuevo rector de la Universidad Nacional de México (UNM), privilegió la educación popular sobre la científica, haciendo eco de las ideas sociales emanadas de la Revolución: “el derecho a la tierra, el derecho a la justicia y el derecho a la educación”. Rafael Ramírez, en su obra educativa universal, apoyó esta corriente a través de la *Escuela rural mexicana* durante la primera mitad del siglo XX.

Aunque experimentó la influencia del empuje popular y nacionalista, la universidad napoleónica reiniciada por Justo Sierra en 1910 no se vio transformada radicalmente. Los nuevos proyectos educativos impulsados por el ímpetu revolucionario se dirigieron primero, y sobre todo, a los niveles elementales de educación y a las áreas rurales desatendidas (Dorbecker *et al.*, 1996).

De 1910 a 1923, durante el periodo revolucionario y los inicios del posrevolucionario, la ciencia agrícola tuvo una actividad muy limitada, restringida apenas a los trabajos de la Facultad de Altos Estudios, que generó cinco o seis volúmenes de investigación básica, aseveró Baldovinos.

En la etapa histórica de 1910-1920, la disputa por la orientación de la Revolución mexicana fue parte del compromiso social en la educación agrícola superior y el estudiantado se bifurcó en las diferentes facciones revolucionarias. El marco legal lo daban la legitimación de los artículos tercero y 27 constitucionales, en tanto que las corrientes en debate estuvieron representadas por la línea de Madero, Carranza y Obregón contra la orientación de Francisco Villa y Emiliano Zapata (Victorino y Quispe, 1998).

En 1921, cuando había recién concluido la revolución armada, se inició el reparto agrario. Rómulo Escobar, fundador de la Escuela Superior de Agricultura de Ciudad Juárez, postulaba que antes de repartir la tierra había que hacer estudios técnicos, lo cual generó un fuerte debate en la fundación de la Sociedad Agronómica Mexicana. Es obvio que ganó el debate la propuesta del reparto agrario. No se podían hacer ambas cosas (explica Baldovinos) no existía la crítica entrenada para hacerlo, pero sí existía para el reparto agrario, pues en el plan de estudios de San Jacinto estaban las carreras de ingeniero hidráulico y de ingeniero agrimensur, y en ambas se llevaba la materia de topografía.

Baldovinos hizo una pausa, bebió calmadamente unos sorbos de café, sus ojos se entrecerraron, como si buscara un punto fijo en su memoria, en sus recuerdos juveniles; estaba reviviendo una película donde era al mismo tiempo protagonista y director. Fueron sólo unos segundos de silencio creativo que respetuosamente no interrumpimos y luego continuó diciendo:

En el periodo presidencial de Álvaro Obregón, 1920-1924, atendiendo a consejeros y amigos agrónomos, entre los que estaban Juan de Dios Bojórquez, Jesús M. Garza, Marte R. Gómez, Luis León y su amigo personal, el doctor José G. Parres, se propuso la preparación técnica agrícola por la vía experimental (en el contexto de la corriente filosófica positivista, heredera de la corriente europea). En este periodo, la Escuela Nacional de Agricultura de San Jacinto se trasladó a la ex hacienda de Chapingo. En 1923, la Secretaría de Fomento creó la Oficina de Campos Experimentales, al frente de la cual quedó el ingeniero Julio Riquelme Inda, amigo de Miguel Ángel de Quevedo, apóstol del árbol, quien fundó el vivero de Coyoacán en 1922.

En la Oficina de Campos Experimentales empezaron a prepararse técnicos en el método científico, generándose los primeros agrónomos especialistas en la Ciencia del Suelo. Algunos de estos especialistas fueron Enrique Peredo Reyes y Mario Matías Villada, quienes en 1926 organizaron el Primer Congreso Agroecológico en Meoqui, Chihuahua, en cuyas memorias aparecen trabajos serios sobre la naturaleza y las propiedades de los suelos, con miras a establecer los sistemas de riego.

La política de riego incorporó y reorientó la ciencia agrícola en 1926, cuando inicia sus trabajos la Comisión Nacional de Irrigación con investigaciones encaminadas al aprovechamiento del suelo y del agua, concepto leninista que permea la época posrevolucionaria.

En el maxímato callista se fortaleció y consolidó la investigación agrícola hidráulica. La investigación se orientó definitivamente a una agricultura productiva, explicó nuestro protagonista.

El Campo Agrícola Experimental del Pabellón Aguascalientes, fundado en 1928, fue el encargado de impulsar esta agricultura. La agricultura tradicional de subsistencia, la social, se descartó; no existió como problema de investigación. El Banco Nacional de Crédito Agrícola, fundado en 1926 por Manuel Gómez Morin, sólo daría créditos a la propiedad privada, no consideró la ejidal ni mucho menos la comunal donde se da la agricultura tradicional. Las parcelas de riego en su mayoría estaban en manos de la

propiedad privada. La ciencia y la tecnología se realizaron bajo la idea del insumo, con lo que se deformó el sentido social de la investigación.

El investigador quedó atrapado entre dos ideas: la productivista comercial *versus* la social. En este contexto ingresó en 1939 a la Escuela Nacional de Agricultura, en Chapingo. La mayoría de mis compañeros provenían de las 13 escuelas regionales campesinas con un fuerte espíritu socialista marxista. Yo venía de una secundaria urbana de Puebla, donde no se privilegiaba esta corriente socialista. Entre estos compañeros destacaron José Guevara Calderón, Nicolás Sánchez Durón, Silverio Flores Cáceres, Amador Terán Terán, Gustavo Fuentes Lugo y Guillermo Garmendia Flores. Los dos directores de Chapingo de 1939 a 1941, Miguel Sarmiento y Alfredo Rico, eran militantes del Partido Comunista.

En estos años, la corriente marxista permeaba los círculos culturales, artísticos e intelectuales de la época: Diego Rivera, David Alfaro Siqueiros, José Clemente Orozco, Jorge Cuesta, Xavier Villaurrutia y Tina Modotti, entre otros. La corriente socialista también permeaba los foros académicos.

La corriente marxista-leninista se evidencia en la magna convención de 1939 en Morelia, donde se propone la sustitución de la educación laica por la socialista. De igual forma, en Veracruz se propuso en esos años que la universidad y los centros de cultura superior del país debían contribuir al advenimiento de la sociedad socialista. Bajo esta corriente, en el Primer Congreso de Universidades Mexicanas se propone la sustitución del régimen capitalista por un sistema socialista. Este congreso, asevera Victorino, tuvo como protagonistas principales a Antonio Caso y Vicente Lombardo Toledano, con corrientes dialécticamente contrarias. Ganó la propuesta de Caso, y desde ese entonces hasta 1944, con la consolidación de la ley y el estatuto, la hoy UNAM se rige por una filosofía plural, con fuertes tendencias hacia los extremos de izquierda y de derecha, en el argot de la geografía política.

A estas alturas de la historia de México, continuó narrando Baldovinos, en 1939, en el ámbito internacional se desató la Segunda Guerra Mundial, y la socialización de la educación y la ciencia agronómica en México cambió por el concepto agrícola norteamericano. Se abandonan las ideas socialistas de Cárdenas. Fue en este periodo cuando el presidente Manuel Ávila Camacho (1940-1946) nombró al ingeniero agrónomo Marte R. Gómez como secretario de Agricultura. Marte R. Gómez pertenecía a la

corriente callista-obregonista, pero tenía un claro concepto técnico agrario.

Durante el periodo de 1911 a 1940, de la caída de Porfirio Díaz al sexenio de Lázaro Cárdenas, “la burguesía en formación, fue imponiendo el concepto de progreso basado en la producción para la exportación, por lo que las obras de infraestructura iluminaron el camino del progreso” (Dorbecker *et al.*, 1996).

De 1934 a 1940, el nacionalismo y el socialismo en la cultura se constituyen como el compromiso social y como función básica; por tanto, el cambio del artículo tercero constitucional hacia una educación socialista pretende concretar una política de Estado nacional, como pensaba “El Tata” Lázaro Cárdenas. Las corrientes en debate eran el laicismo contra el clericalismo (Victorino y Quispe, 1998).

A estas alturas Baldovinos abrió una gaveta de su escritorio, extrajo un puro y se acomodó en su sillón, disponiéndose a prenderlo. Comentó que pocas veces fuma, sólo en ocasiones muy especiales; tenía una expresión de complacencia, su reencuentro con la historia le mostraba un balance positivo de su quehacer como científico y como ser humano. Tras encender su habano continuó:

[...] cuando entró como secretario de Agricultura Marte R. Gómez, yo entendía un poco mejor el proceso científico técnico; fue entonces cuando en 1942 entré al cuarto año de la especialidad de fitotecnia. En la época cardenista se retomó el concepto social, e incluso en este periodo se propusieron los ejidos colectivos, concepto también leninista, en lugar de considerar los conceptos precortesianos. Este error derivó en la desaparición de los ejidos colectivos en 1952.

En 1942, y todavía bajo la influencia marxista, en plena Segunda Guerra Mundial, se desarrolló la Segunda Conferencia Interamericana de Agricultura, donde se estableció que la tecnificación era la base del progreso del campo, y fue en esta época cuando se invitó a agrónomos norteamericanos para que nos “ayudaran”. Fue así como en 1943 se fundó la Oficina de Estudios Especiales (OEE) con la finalidad de impulsar la ciencia y la tecnología agrícola.

Existen referencias que indican que la investigación para el mejoramiento del maíz en México se inició de forma consciente el siglo pasado. Sin embargo, no fue hasta la década de los cuarenta cuando se iniciaron de manera formal los programas de mejoramiento genético con la creación de la Oficina de Estudios

Especiales y el Instituto de Investigaciones Agrícolas (Álvarez, 1981).

La ciencia agronómica quedó atrapada entre dos corrientes: una local nacionalista y otra norteamericana productivista, por lo que se formaron dos escuelas de investigación: una social, que siguió impulsando Edmundo Taboada a partir del Instituto de Investigaciones Agrícolas (IIA), fundado en 1946, y la escuela pragmática productivista a la imagen de las escuelas *Landgrant* norteamericanas, representada por la Oficina de Estudios Especiales, afirmó enfáticamente nuestro entrevistado.

¿Aquí que hago yo? —Baldovinos se cuestiona y tras unos segundos de silencio en que su mirada se quedó fija y atrapada en aquellos lejanos años mozos de su época de estudiante en la Escuela Nacional de Agricultura (la ENA), se responde— mientras se desarrolló mi preparación agronómica en la ENA recibí las enseñanzas y formación de los maestros fundadores de la investigación agrícola en México: Mariano Villegas Soto, Enrique Paredo Reyes, Edmundo Taboada, Marco Antonio Durán, Ignacio Hernández Olmedo, Máximo Morales, Damián Correu Toledo, quienes me orientaron a una investigación científica de tipo aplicado, sin descuidar las raíces culturales. Permeaba fuertemente la influencia social, herencia del reciente periodo cardenista, influencia que se ve fielmente reflejada en la capilla de Chapingo, pintada por Diego Rivera. Esta capilla es una capilla de culto al maíz.

José Luis de la Loma, español, maestro emérito de la ENA, daba las materias de Campos Experimentales y de Genética General y Aplicada, y forma a las generaciones de 1942 a 1965 con la escuela española de investigación, que da el sentido romano de la agricultura de tronco de mulas y herramientas de labranza metalmecánicas, no sólo de tractores, que a estas alturas privilegia la escuela americana.

Es aquí cuando aparece en mi mente la concepción de las cuatro formas de agricultura en México: 1) la original de coa y espeque; 2) la española de tiro animal, temporalera; 3) la francesa de granja diversificada que introduce Gabriel Itie, que fue mi profesor de fisiología vegetal, y 4) la norteamericana mecanizada de insumos agrícolas. Sobre estos cuatro tipos se orienta la investigación.

En 1946 tenía una idea muy clara de la tarea agronómica. En este año, recién egresado de la ENA, ingresé como investigador al Instituto de Investigaciones Agrícolas (IIA), aunque a los seis meses obtuve una beca para estudiar la maestría y el doctorado en la Universidad de Ciencia y Tecnología de Ames, Iowa, Esta-

dos Unidos, de 1946 a 1951. [Había dos tipos de becas: las mexicanas, a través de un “preConacyt” que manejaba el Banco de México, y las de la Fundación Rockefeller. José Guevara Calderón, Marcos Ramírez Genel, Sánchez Durán, Leonel Robles Gutiérrez, Humberto Barbosa y José Rodríguez Vallejo fueron becarios Rockefeller. Baldovinos recibió una beca mexicana].

En mi protagonismo en la ciencia agrícola tuve como base los siguientes principios: 1) los antecedentes agrarios; 2) los conflictos entre la propiedad social y la propiedad privada, y 3) el destino de la actividad científica. La ciencia agrícola debía aplicarse a resolver problemas, por ejemplo, de la semilla criolla, que se oponía a la de los híbridos exigentes en agua y fertilizantes que, aunque son de mucha productividad, la velocidad de aceptación ha sido lenta. Si hubiéramos seguido la línea del mejoramiento criollo estaríamos en rendimientos de cinco toneladas por hectárea, aseveró este protagonista de la ciencia agrícola en México. [Es oportuno señalar que a estas alturas, el rendimiento promedio en México es de apenas dos toneladas por hectárea.]

Eduardo Álvarez Luna (1981), quien fuera director del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), en una presentación en 1981 mencionó que pese a los esfuerzos de investigación y difusión de los híbridos, éstos se sembraban apenas en un 15 por ciento de la superficie dedicada a este cultivo, que es el que más se siembra en México (en la actualidad se estima un porcentaje cercano al 20 por ciento).

Baldovinos, en 1951, después de obtener el grado de doctor en Ciencias, se reincorporó al INIA, donde trabaja en las líneas de investigación que tiene el Instituto para incrementar el rendimiento y mejorar la calidad del maíz, alimento básico de México junto con su principal cultivo asociado, el frijol.

La visión del enfoque de Taboada, la compartíamos y desarrollábamos en el Instituto Andrés Paredes Tijerina, Espartaco Barletti, Reinaldo Luis Pineda, Eduardo Limón García, Alejandro Casimiro Zarza y [...] Xolo (Efraín Hernández Xolocotzi), que deriva la visión de Taboada a la etnobotánica, el maíz asociado al hombre, idea que me parece incompleta.

Baldovinos y Xolocotzi tuvieron fuertes diferencias intelectuales, así lo reconoce Baldovinos en sus concepciones agronómicas, que dieron origen a fuertes debates académico-científicos que aparecen en varias revistas como *México Agrario*, *Naxi Nandha Germinal*,

órgano de la Sociedad Agronómica, *Revista Técnica del Colegio de Ingenieros Agrónomos de México* y otras.

En el periodo 1941-1945, cuando se dio la conflagración bélica mundial, el sector agrícola en México se constituyó como la principal fuente de divisas, vía exportación de productos primarios y de materias primas.

En 1960, la Oficina de Estudios Especiales estaba llegando a su término. El doctor Edwin Wellhausen, investigador maicero, su director, se daba cuenta que sus recomendaciones se estaban agotando, que había ya otras concepciones de la agricultura en México.

En el periodo presidencial de Adolfo Ruiz Cortines, 1952-1958, estuvo como secretario de Agricultura Gilberto Flores Muñoz, hombre muy práctico y organizador natural que, mientras fue gobernador de Nayarit, privilegió las siembras de maíz. Es relevante considerar que en 1950 y 1951 se acababan de sufrir dos fuertes sequías, por lo que Flores Muñoz propuso un plan de emergencia.

Considerando que la OEE era insuficiente como generadora de técnica y ciencia en la agricultura, Baldovinos de la Peña, Jesús Muñoz Vázquez y Ramón Fernández y Fernández emprendieron la tarea de iniciar el proyecto que diera origen al Colegio de Posgraduados en Ciencias Agrícolas, apoyados en la Ley de Educación Agrícola de 1946.

El 22 de febrero de 1959 se iniciaron las actividades del Colegio de Posgraduados, dependiente de la Escuela Nacional de Agricultura, cuyo director era Jesús Muñoz Vázquez, siendo secretario de Agricultura Julián Rodríguez Adame.

Se empezó a generar la idea de fusionar la OEE y el IIA, juntando las dos escuelas de investigación, la norteamericana y la mexicana.

De esta manera, en el Colegio de Posgraduados se empezó a crear la corriente de la escuela mexicana. Los profesores con quienes inicié fueron becarios de la Rockefeller fuertemente influenciados por la escuela americana: Ramírez Genel (quien después también fue director del Colegio), Mariano Villegas, Alfredo Campos Tierrafría, Francisco Pacheco Cárdenas, José Guevara Calderón, Óscar Brawer Herrera (quien sería más tarde secretario de Agricultura), Lauro Bucio Alanís, Ramón Fernández González.

El Colegio de Posgraduados nació como dependencia de la Escuela Nacional de Agricultura (ENA), lo que favoreció la interacción de los maestros del doctorado con la comunidad de profesores y alumnos de la licenciatura. Los fondos de operación provenían de la Fundación Rockefeller, que sugería las líneas de investigación. Las áreas con las que inició el Colegio de Posgraduados fueron: Genética, Edafología, Entomología y Fitopatología.

En esta generación pionera del Colegio de Posgraduados se inscribieron 12 alumnos, tres por cada rama, entre ellos Jesús Moncada de la Fuente (quien años después fue director del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Forestales y Pesca, INIFAP).

Mientras fui director del Colegio de Posgraduados también di clases en la ENA, en el Departamento de Fitotecnia, donde formé a los investigadores maiceros que hoy dirigen las líneas de investigación agrícola del país: Fidel Márquez Sánchez, Joaquín Ortiz Cereceres, Aquiles Carballo, Abel Muñoz, Néstor Estrella Chulin, Edilberto Niño Velásquez, Abdo Magdub Méndez.

El llamado “milagro mexicano” —continúa Baldovinos— comprende, de manera un tanto arbitraria, el periodo de 1956 a 1964. El término fue acuñado por Norberto Aguirre Palancares, personaje muy cercano al presidente Adolfo Ruiz Cortines, y se dio como resultado de los proyectos de investigación de un equipo mixto de investigadores mexicanos formados en universidades extranjeras y científicos norteamericanos, especialmente en granos básicos como el trigo y el maíz. Este periodo se caracterizó porque además de la exportación de los excedentes de maíz de la producción nacional se exportaron conocimientos y variedades de trigo desarrolladas en México hacia países como Chile, Paquistán y Turquía, o a Nicaragua y El Salvador, donde se llevaron lotes de maíz de clima tropical de las colecciones de tuxpeños y bandeños mexicanas.

A finales de los años cincuenta se consideró la necesidad de crear una fuerte infraestructura académica y de investigación, por lo que siendo secretario de Agricultura el ingeniero Julián Rodríguez Adame, en 1962 se destinaron recursos de la Fundación Rockefeller y de la federación para apuntalar en Chapingo la investigación, y se construyeron los edificios de Suelos, Genética y Parasitología. Este proyecto se conoce como Plan Chapingo (1962-1974), que tiene como modelo la Escuela de Agricultura y Artes Mecánicas de Tierras Donadas *Landgrant*, concebido por Abraham Lincon para cada uno de los 48 estados de la Unión Americana. En este periodo se inició la Biblioteca Nacional de

Agricultura con la donación de la biblioteca de la Oficina de Estudios Especiales.

El Plan Puebla —explica nuestro interlocutor— se dio en el periodo del oaxaqueño por nacimiento y poblano por adopción, Gustavo Díaz Ordaz, quien es sensible a los escasos rendimientos de maíz en Puebla, y con los antecedentes de los planes de Jalisco y Veracruz con resultados alentadores; el Plan Puebla propone el incremento de maíces criollos principalmente en condiciones de temporal con más de 700 milímetros de precipitación en este estado. Este plan se apoya en el Colegio de Posgraduados.

El Plan Puebla se caracterizó por una investigación en el terreno de los campesinos, y por considerar en las investigaciones la variable social. Los rendimientos de maíz criollo antes del Plan Puebla eran muy bajos, alrededor de 600 kg/ha, ya para los años setenta, como resultado de la aplicación de la ciencia y la tecnología traducidos en mayor densidad de población, bajo porte del maíz y uso de fertilización nitrogenada de acuerdo con las condiciones locales, se tuvieron rendimientos cercanos a la tonelada y media por hectárea.

El Plan Puebla tenía el objetivo principal de aumentar la producción agrícola, principalmente en las zonas de temporal, y estudió en especial la producción de maíz incorporando la problemática social. Pretendía también la incorporación de los centros e institutos de enseñanza e investigación agrícolas con el Plan Puebla, es decir, con la problemática del productor tradicional, ubicado en la lógica de la producción social.

Ya en 1961 se hizo no sólo necesaria, sino también impostergable, la fusión de la OEE y el IIA, dando origen al INIA bajo la dirección de Rodolfo Peregrina Robles, quien también fue becario del Banco de México, afirma nuestro protagonista.

De los años cincuenta a los setenta México gozaba de un auge económico y agrícola que se conoció como el “milagro mexicano”; en este periodo se institucionalizó la investigación. A inicios de los años cincuenta, la ciencia agrícola se arraigó en el paradigma positivista, centrada en el “fiscalismo”, pues se tenía la convicción de que los fenómenos biológicos y sociales pueden explicarse con base en las ciencias físicas. Los investigadores tenían diferentes concepciones de la agronomía, pero con un común denominador de ciencia ligada a la visión positivista. La comunidad de investigadores era homogénea y poco polémica, lo que permitió la creación de programas y centros agropecuarios desde políticas externalistas de rasgos transnacionales (OEE, Cimmyt, entre otras), que además de regirse en el paradigma positivista, no consideraban los aspectos sociales, había poco énfasis en la

conservación de recursos y muy poca atención a la agricultura de subsistencia y marginal (Victorino, 2002).

El año de 1982 marcó el inicio de la crisis económica en México, con los primeros indicios de políticas neoliberales que impactaron de manera determinante en el desarrollo de la investigación agrícola. Se amplió la concepción de la agronomía, con una visión multidisciplinaria e interdisciplinaria. Se debatió fuertemente sobre la unicidad del “método científico” hacia el reconocimiento de varios métodos de hacer ciencia que desmitifican la llamada “investigación científica”. En cuanto a la vinculación investigación-docencia se retomaron las experiencias del Plan Puebla. Surgió así un nuevo paradigma de investigación: la agroecológica, cuyos proyectos buscan incidir en el desarrollo sustentable o sostenible del país (Victorino, 2002).

El deseo de obtener el máximo beneficio al optimizar las oportunidades del mercado hizo del incremento de la productividad el principal objetivo de la actividad agraria. Los avances de la posguerra en el terreno de la química agrícola y de la mecanización posibilitaron la traslación del modelo de producción industrial al campo (González, 1992).

La acumulación de ganancias se constituyó como el motor principal y la tecnología se convirtió en una mercancía más que se vende y se compra para intensificar la explotación de los recursos y obtener el mayor beneficio económico al menor costo, sin importar en esta lógica el deterioro de recursos (Gómez *et al.*, 1998).

En las últimas dos décadas del siglo XX, la apertura comercial se constituyó en una de las vías que México se ve obligado a implementar para tener cabida en el nuevo modelo económico. De esta forma, el país se incorpora a la globalización, que se traduce como acuerdos generales de aranceles y comercio (GATT), y desde 1993, como el TLC. Esta apertura comercial impele a la agricultura del país a competir con sistemas “similares de los otros dos países firmantes en condiciones verdaderamente desventajosas”. Marúm Espinosa (1997), a este respecto, refiere que “en la historia de la integración económica no se había presentado el caso de que se integraran comercialmente países con los niveles de asimetría que tienen México, Estados Unidos y Canadá”.

Para entender las profundas asimetrías es necesario empezar por diferenciar el ámbito legal de esta negociación: de acuerdo con la Constitución Política de México, los tratados internacionales como el TLC tienen categoría de ley federal, por lo que las legislaciones estatales o las orgánicas de las universidades tienen que acatar y adecuarse al TLC, aunque esto implique modificar

los códigos locales o incluso la Carta Magna, como ha sucedido con las modificaciones a los artículos tercero y 27 constitucionales, que prepararon las condiciones para la implementación del tratado.

Baldovinos gentilmente nos concedió tres entrevistas sin escatimar el tiempo. A través de su rica narración, sus reflexiones y experiencias, hemos podido incursionar un poco en la explicación del quehacer, el desarrollo y la evolución de la ciencia agrícola, y por ende de la agricultura en México. Su protagonismo en el quehacer científico de México se refleja en las incontables generaciones de profesionales que ha formado, muchos de los cuales han tenido una participación destacada en el desarrollo de la ciencia agrícola y en las políticas agropecuarias del país.

Con justificada razón, el maestro emérito de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Gabriel Baldovinos de la Peña, puede seguir fumando su habano con la satisfacción de haber participado, y aún hoy, a sus más de 80 años de edad, seguir siendo un protagonista de la construcción de la historia agrícola del país. Muchas gracias, maestro.

Algunas reflexiones

• Los protagonistas

Al incursionar en el tema, principalmente a través de la narrativa de Baldovinos de la Peña, podemos reconocer la riqueza de la actividad científica de los protagonistas de la ciencia agrícola en México, que en función de su participación en los ciclos históricos del siglo XX, de manera arbitraria, se puede categorizar en tres grupos o generaciones:

- *Los fundadores*, entre quienes están Edmundo Taboada Ramírez y José Luis de la Loma y Oteiza.
- *Los pioneros* de la ciencia agrícola moderna constituyen un segundo grupo. Éstos fueron en su mayoría alumnos de los primeros y entre ellos están Gilberto Palacios de la Rosa, Gabriel Baldovinos de la Peña y Efraín Hernández Xolocotzi.
- *Los gestores* de la ciencia agrícola moderna conforman el tercer grupo, quienes a su vez fueron discípulos formados en

las escuelas de los grupos *pioneros*; entre ellos están Fidel Márquez Sánchez, Antonio Turrent, Abel Muñoz Orozco y Jesús Moncada de la Fuente.

- El maíz en la historia y en el presente

El cultivo del maíz, dadas sus connotaciones históricas, culturales, económicas y simbióticas con el hombre de Mesoamérica, se ha constituido en el fundamento, el *netzilistli* (el corazón, la raíz y razón de ser) de las culturas precolombinas. Este cereal, además de ser el alimento básico de México, explica en buena medida la historia y la identidad nacional, por lo que no es de extrañar que la investigación y la ciencia agrícola se hayan desarrollado en torno a la historia y la evolución de este cultivo.

La producción de maíz en la historia contemporánea se ha dado en dos tradiciones: la social y la productivista. El mayor impulso económico, político, académico y científico se le ha otorgado a la segunda tradición, sobre todo a partir de la Segunda Guerra Mundial. Con este impulso económico y el apoyo de la agricultura al estilo *landgrant*, en los años cuarenta se desarrolló una ciencia agrícola de corte positivista, que no considera en sus variables al hombre ni a su entorno.

En el contexto de la revolución verde y el Plan Chapingo, las variedades mejoradas, los híbridos y los paquetes tecnológicos fueron considerados sinónimo de progreso a todo lo ancho y lo largo del país. Aun así, después de más de medio siglo de este esfuerzo, los híbridos apenas se siembran en 20 por ciento de la superficie cultivada con este cereal.

En los años ochenta las políticas neoliberales obligaron al país a la apertura comercial y la firma de tratados como el TLCAN. De esta manera, el cultivo del maíz en la tradición productivista se ve amenazado con desaparecer y dejar su lugar a productos como flores y hortalizas, con ventajas comparativas en el mercado globalizado.

Por su parte, la tradición social, que a lo largo del siglo XX ha tenido escaso apoyo político, económico, académico e institucional, incluso se llegó a considerar (aún hoy hay quienes así lo consideran) como símbolo de retraso y limitante para el progreso. La producción nacional de maíz en esta tradición, basada en el maíz criollo y en el sistema de milpa ha mostrado sus bondades al producir en cualquier condición ecológica y al permitir la subsistencia de las familias campesinas más pobres y de la población indígena de México.

La producción en la tradición social, a diferencia de la productivista, no está en amenaza de desaparecer, ya que la mayor parte de la superficie dedicada a este cereal se siembra con este sistema. Se seguirá sembrando este maíz con el sistema de milpa, pues ni la lógica del mercado de costo-beneficio, ni las ventajas comparativas, ni las firmas de tratados internacionales son relevantes para los productores natos de maíz (los indígenas y los campesinos más pobres), puesto que su lógica es diferente. Su lógica es la de la supervivencia de la familia.

- Dos escenarios, dos tradiciones de la ciencia agrícola

Después de la conquista española se ha evidenciado en el agro mexicano una fuerte polarización de dos escenarios: por una parte, el escenario de la *agricultura social*, cuya producción se destina en su mayoría al autoconsumo, y en él se ubica gran parte de los productores agropecuarios; por otra parte, el escenario de la *agricultura productivista*, que se destina al mercado. Estos dos escenarios, por su naturaleza, sugieren dos enfoques en la orientación de la investigación y la ciencia agrícola.

Estos dos enfoques han estado en un constante debate a lo largo de la historia de México y han determinado el rumbo y el desarrollo de la ciencia agrícola. Las visiones mecánica y comercial priman en el enfoque de la agricultura productivista sustentado en el método científico positivista que ha prevalecido en la historia contemporánea.

Algunas circunstancias históricas han propiciado el predominio del enfoque productivista de los primeros años del siglo XX. Las necesidades productivas de las haciendas y los grandes latifundios buscaron, a través de la agricultura química importada del viejo continente, mantener los rendimientos al menor costo. La producción de básicos (la producción social), maíz y frijol, fue una tarea que cumplieron los indígenas y los peones con sistemas tradicionales.

Después del triunfo de la Revolución, durante el Maximato, al privilegiarse la infraestructura hidráulica que usufructúa en su mayoría la propiedad privada, se privilegió la investigación hacia la producción de mercado. El enfoque social no se consideró en esta época en el desarrollo de la ciencia agrícola.

En el periodo cardenista se reconsideró el enfoque social, aunque este impulso terminó al concluir el sexenio. En 1939 y a principios de los años cuarenta, la influencia de la conflagración mundial con-

virtió a México en el proveedor principal de alimentos y materias primas de Estados Unidos. Esta relación comercial hizo necesaria una mayor producción agropecuaria, por lo que a través de la OEE se importó el sistema productivista estadounidense.

La aparición del Cimmyt en la época del presidente López Mateos dio el nicho donde se incubó y desarrolló el modelo de la llamada revolución verde en los años cincuenta, que definió claramente el rumbo de la agricultura nacional hacia el modelo productivo eficiente y eficaz de mercado que persiste durante la segunda mitad del siglo pasado.

A través del Plan Puebla y de esfuerzos aislados de protagonistas en los espacios de la Universidad Autónoma Chapingo (UACH), el Colegio de Posgraduados, el Instituto de Investigaciones Agrícolas y el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (los últimos dos ya desaparecidos) se han hecho intentos de hacer ciencia y generación de tecnologías en el ámbito de la producción social.

El adagio popular señala que quien no conoce la historia corre el riesgo de repetirla, lo cual nos lleva a reflexionar con Baldovinos que, si en los años cuarenta, cuando se define el enfoque de la ciencia agrícola al modelo productivista, se hubiera considerado también el social —es decir, si paralelamente a los conceptos científicos del modelo *landgrant* que dieron origen a la revolución verde, que se sustenta en semillas mejoradas (híbridos, variedades mejoradas) que sólo se siembran en 20 por ciento de la superficie destinada a este cultivo—, se hubiera enfocado también la investigación al mejoramiento de semillas criollas *in situ* (a través de selecciones masales y bajo libre polinización), hoy México sería autosuficiente en materia alimentaria.

Es decir, si los postulados del enfoque social se hubieran tomado en cuenta, junto con los de rendimiento y rentabilidad, los rendimientos de maíz en México no serían de apenas dos toneladas por hectárea, sino cuando menos del doble de este rendimiento, considerando que casi 80 por ciento de la superficie sembrada de este cultivo se sigue haciendo con semillas criollas. Si este enfoque se hubiera dado en los años cuarenta, a estas alturas de la historia sería el garante de la suficiencia y la soberanía alimentaria del país.

- Construcción del futuro deseable

La ciencia como producto social no se rige por las “leyes naturales”, ni por relaciones unidireccionales de causa-efecto. La ciencia, co-

mo producto social, es una construcción humana y en consecuencia puede construirse, deconstruirse y reconstruirse de igual forma.

La historia nos muestra cómo se ha desarrollado la ciencia agrícola en el México contemporáneo sobre la base de una tradición productivista, discriminando la tradición social. Esto fue un error que se empezó a generar en la etapa posrevolucionaria, que cobró vigor en los años cuarenta y que se definió en el quehacer científico y tecnológico en los años cincuenta y sesenta con la revolución verde y el Plan Chapingo.

En el siglo XX, la visión mecanicista necesaria para el desarrollo de la revolución industrial se fortaleció con la ciencia agrícola positivista, que no consideró entre sus variables al hombre social ni el impacto sobre el medio. Así, se desarrolló en la historia contemporánea una agricultura que responde a la lógica costo-beneficio, eficiencia y competitividad del mercado.

Como resultado de esta visión mecanicista y comercial se busca a través de una ciencia eminentemente positivista la apropiación de la naturaleza con la idea de “explotarla” (así se manifiesta en el lema de la UACH: “Explotar la Tierra, no el Hombre”) y “dominarla”, bajo el paradigma antropocéntrico de origen judeocristiano.

La actividad científica y tecnológica durante el siglo XX dio por resultado, además de altos rendimientos en básicos como maíz, frijol y trigo, pérdida de fertilidad de los suelos, incremento de plagas y enfermedades, contaminación del entorno, erosión cultural, genética y del suelo, pobreza, desigualdad y poco desarrollo rural.

El futuro de la ciencia agrícola, y por ende del agro en México, no es algo ya determinado por las tendencias. La ciencia agrícola como fenómeno social se puede construir, se puede adoptar una visión que permita el desarrollo de la ciencia hacia una agricultura sustentable en un nuevo paradigma de equidad y justicia social.

Por tanto, es ineludible el conocimiento y la interpretación de la historia para asumir la responsabilidad de la construcción de un futuro deseable en el que la comunidad científica tenga un papel relevante en la construcción del porvenir que deseamos para las próximas generaciones.

MEJORAMIENTO GENÉTICO DE MAÍZ CRIOLLO

El campesino mexicano ha sustentado su cultura y su economía en el maíz, por lo que a través de un largo proceso de cerca de seis mil años ha mejorado a este cereal usando saberes agrícolas tradi-

cionales, sustentados en una lógica de supervivencia con prácticas conservacionistas que se transmiten de generación en generación. Entre estos saberes se incluyen técnicas de selección de mazorcas de maíz adaptadas a las diferentes zonas geográficas del país. Este proceso de selección para el mejoramiento del maíz en Mesoamérica ha sido eficiente para la especificidad ecológica y sociocultural de sus localidades.

En los años cuarenta, en el contexto de la Segunda Guerra Mundial, México se convirtió en exportador de materias primas agropecuarias hacia Estados Unidos de América. Para satisfacer las crecientes demandas del vecino país del norte se importaron científicos que trajeron un modelo de producción agrícola con un enfoque productivista y una lógica de mercado.

El enfoque social y sustentable de la agricultura tradicional se ha ido desprotegiendo debido a las políticas agrícolas del país. En el contexto de estas políticas, el fitomejoramiento del maíz se ha enfocado en un mayor rendimiento, por lo que los híbridos pronto alcanzaron las ocho toneladas por hectárea. Sin embargo, en la actualidad sólo se siembra 20 por ciento de la superficie cultivada de maíz con estos granos mejorados; el resto se continúa sembrando con semillas criollas que no requieren un paquete tecnológico para la expresión de su potencial.

Por tanto, las bondades de las técnicas científicas de mejoramiento del maíz no llegan a la mayoría de los productores, es decir, los campesinos y los indígenas, quienes continúan mejorando este cereal por medio de sistemas ancestrales, los cuales ante las presiones globalizantes del mercado se han llegado a considerar como prácticas obsoletas y contrarias a la idea de progreso y modernidad.

En los años setenta, por medio del Plan Puebla, y en los inicios de los ochenta, al incorporar a la academia la agroecología, los saberes tradicionales fueron objeto de investigación. Con este enfoque se reconoció la necesidad de que el fitomejoramiento llegara a la mayoría de los productores maiceros, en función de sus necesidades locales, a través de mejoramiento genético *in situ*, donde los campesinos participan en la definición de los objetivos de la investigación.

En este apartado se describen algunos procesos que pueden brindar una mejora genética acorde con las condiciones del agro nacional, es decir, a la formación de variedades de polinización libre. Para ello se delinean a grandes rasgos los principios de la genética, así como del fitomejoramiento de las plantas alógamas, entre las que se encuentra el maíz. Se describen de manera general los dos enfo-

ques del mejoramiento de maíz en México, uno para la obtención de híbridos y otro para la obtención de variedades.

Se hace hincapié en la mejora de maíces que respondan a dos grandes problemas de la tradición maicera de temporal: la tolerancia a la sequía intraestival y el porte o altura de las plantas.

En la propuesta de este ensayo se aborda un concepto más desarrollado que el mejoramiento genético *in situ*: la formación de *fitomejoradores comunitarios*. Los campesinos no sólo participan en la formulación de objetivos de la investigación, sino también en las estrategias, y son ellos los responsables y los ejecutores del proceso.

La propuesta de la formación de fitomejoradores comunitarios se abordó entre 1998 y 2001 en los Altos de Morelos, partiendo del supuesto de que es posible complementar los saberes milenarios tradicionales con algunos elementos del fitomejoramiento, tales como la *selección en planta*, la *selección en competencia completa* y la *selección masal estratificada*.

Desde mediados del siglo pasado, la capacidad productiva de los alimentos básicos (trigo, arroz y maíz) se vio rebasada por el crecimiento casi geométrico de la población.

En 1950, según la ONU, la población mundial era de dos mil millones de habitantes, y para 1996 se acercaba a cinco mil millones. Actualmente se tiene una proyección cercana a los ocho mil millones de habitantes.

La respuesta para satisfacer las demandas alimentarias de la población en constante crecimiento se dio a mediados del siglo pasado a través de tecnologías y técnicas que emulan y aceleran los procesos naturales evolutivos, modificándolos para generar plantas con mayor rendimiento y calidad.

Estas técnicas se conocen como fitomejoramiento o genotecnia. Los resultados de su aplicación son las semillas mejoradas conocidas como variedades e híbridos, con las cuales a mediados del siglo pasado se logró producir hasta 700 o más por ciento de granos por unidad de superficie en cultivos como el trigo y el maíz, en comparación con las variedades nativas.

Los resultados iniciales fueron tan sorprendentes que en los círculos académicos, económicos y políticos del país se aseguraba que estas tecnologías y sus productos eran la panacea para el desarrollo agrícola, por lo que se implementaron programas de divulgación y extensión agrícolas, tendientes a sustituir las técnicas tradicionales así como las semillas criollas por semillas mejoradas, híbridas, junto con los paquetes tecnológicos de la agricultura moderna.

Sin embargo, en la actualidad, después de más de medio siglo de la aparición de variedades mejoradas con métodos de la genotecnia, en México casi 80 por ciento de la superficie cultivada con este cereal se sigue sembrando con maíz criollo, a la usanza tradicional.

Los campesinos de México, desde hace seis mil años, con paciencia, diligencia, inteligencia y cariño, han venido mejorando la planta de maíz con métodos autóctonos, de tal manera que a partir de unas plantas cuyas mazorcas medían escasos tres centímetros de largo y tenían sólo unos cuantos granos, llegaron a obtener la planta de maíz que actualmente conocemos.



Con su característica curiosidad escogió las mejores semillas

Tan eficiente ha sido el proceso de mejoramiento genético del maíz por el hombre mesoamericano que ha logrado adaptar este cereal a prácticamente todas las condiciones ecológicas y sociales de este vasto territorio.

En efecto, hoy, este cereal se cultiva tanto en condiciones de secano o tropicales, en suelos arenosos o arcillosos, en los valles y en las montañas.

Según Fidel Márquez (2004), el mejoramiento genético mesoamericano del maíz se evidencia en 50 razas, de las cuales se han derivado las variedades e híbridos más rendidores del orbe.

Entre estas razas se encuentran, por ejemplo, el *cacahuazintle* o el *ancho pozolero*, que se producen en los valles altos, cuyo grano es insustituible en la preparación del rico pozole; el maíz *pepitilla*, que se siembra en toda la cuenca del Balsas y que hoy se considera el mejor grano para la elaboración de tortillas. Otra raza es el *tuxpeño*, con mazorcas grandes, grano blanco y alto rendimiento, del cual se derivan muchas de las variedades mejoradas del orbe. O el maíz *bolita* de los valles centrales de Oaxaca, que se usa para elaborar tostadas de la mejor calidad.

El método que usa el campesino para mejorar la planta del maíz se basa en observaciones milenarias sobre el comportamiento de la naturaleza, cuyo conocimiento y experiencias se transmiten por la tradición oral y a través de la práctica anual de generación en generación. El método que usan nuestros ancestros para mejorar al maíz es eficaz, pero lento. Actualmente el productor de las comunidades rurales marginales continúa utilizándolo.

Después de cada ciclo, a partir de las mazorcas ya cosechadas, los campesinos seleccionan algunas características de rusticidad y adaptación a las condiciones limitantes de clima y suelo de los diferentes nichos ecológicos del territorio mexicano, que aun en las condiciones más adversas aseguren la producción del grano para alimentar a la familia.

Por tanto, se tienen dos métodos para el mejoramiento del maíz: uno científico, reciente, eficiente y rápido, hasta hoy exclusivo de una elite de científicos e investigadores, y otro empírico, efectivo, lento y milenario, que practican los campesinos tradicionales cada ciclo en las milpas mexicanas.

Los dos métodos de mejoramiento del maíz, el científico y el tradicional, deberían ser complementarios. Es necesario e impostergable propiciar la simbiosis de ambos en el agro nacional. La conjunción de estos dos métodos es una alternativa que proponen Gómez y Baldovinos (2001) para mejorar la producción de granos en 75 por ciento del área cultivada de México, donde por razones técnicas, ecológicas y sociales no se pueden sembrar las variedades e híbridos de alto rendimiento que fueron generadas por métodos genotécnicos de la llamada revolución verde.

Gómez y Baldovinos (2001) sugieren instruir a los campesinos maiceros con el conocimiento y algunas herramientas del método científico para que el indígena, el campesino tradicional, fitomejorador nato, adquiera y aplique elementos técnicos que complementen sus métodos tradicionales de selección para mejorar más rápido los maíces criollos.

Un aumento en la producción del maíz en las comunidades campesinas e indígenas generaría excedentes que se pueden canalizar al mercado y mejorar las condiciones de vida de estos productores, históricamente marginados de las bondades de la ciencia agrícola. Y es que la historia y el desarrollo social y económico de los productores agrícolas marginales del país, en especial indígenas, están irreductiblemente ligados al desarrollo y mejoramiento del maíz criollo regional.

La propuesta de una simbiosis del conocimiento empírico con el científico pudiera considerarse como un mero deseo, un sueño o una utopía, ya que por tradición la imagen del fitomejorador sugiere a un científico que cuenta con infraestructura sofisticada de campo y laboratorio, instrumental técnico y desde luego recursos para esta actividad.

En los trabajos que realizaron Gómez y Baldovinos en los Altos de Morelos, estos investigadores tuvieron la oportunidad de acercarse al conocimiento de la naturaleza a través de la comunicación generosa de los productores maiceros de temporal. El enorme cariño de los campesinos por el maíz hizo comprender a estos investigadores que la figura del *fitomejorador comunitario*, con el bagaje cultural heredado por milenios y algunos elementos del método científico que puedan aplicarse en condiciones de las milpas indígenas y campesinas, no es una utopía.

De esta manera, con la anuencia y la participación entusiasta y decidida de los maiceros de los Altos de Morelos, se realizó un taller de formación de fitomejoradores.

El taller tuvo el objetivo de mejorar los procesos de selección de maíz que realiza el campesino mediante la incorporación de algunos elementos del método científico, para mejorar caracteres como resistencia a la sequía y para bajar el porte de las plantas de maíces criollos, que son los factores limitantes de la producción en esta región de los Altos.

Uno de los productos del taller fue un documento que sirvió de guía a productores y a estudiantes. El documento expone de manera sencilla algunos elementos del fitomejoramiento y se presenta a continuación.

Elementos para la mejora de maíces criollos

Desde que el hombre tiene conciencia como tal, se ha preguntado: ¿de qué manera se transmiten los caracteres hereditarios de una generación a otra?, ¿cuáles son los mecanismos involucrados en es-

te proceso?, ¿cómo manipular estos mecanismos en beneficio del hombre?

Con frecuencia se escucha decir, unas veces como una cortesía y otras como una posible justificación: “cómo se parece al abuelo, al padre, a la madre o a los tíos... tiene la nariz idéntica a...”.

En el campo, es una práctica común escoger al mejor caballo, el de buena alzada y porte, para destinarlo como pie de cría, o las mejores mazorcas de maíz para la próxima siembra, con la idea de que sus hijos se le parezcan y “mejorar la raza” o la producción.

En la mayoría de los casos el trabajo de selección y mejoramiento requiere de muchas generaciones para poder alcanzar los resultados esperados.

Desde hace casi diez mil años, cuando inició la historia del hombre, casi paralelamente a la agricultura se ha intentado dar respuesta al interrogante de cuál es el mecanismo que explica la transmisión de los caracteres hereditarios de una generación a otra. Las respuestas han sido múltiples y variadas.

Algunas respuestas fueron muy generalizadas en tiempo y espacio, como las de los filósofos griegos; tal es el caso de la teoría de Aristóteles (384-322 a.C.), que persistió hasta el siglo XIX, conocida como “teoría de la pangénesis”, la cual sostenía que en el semen se formaban todas las partes del cuerpo, por lo que la similitud de los padres con los hijos era el reflejo de las características de cada una de esas partes.

Existe además una larga serie de consejas populares para explicar el fenómeno de la herencia, diferentes para cada región, cultura y tiempo.

Correspondió en 1856 a un monje austriaco, Gregorio Mendel, dar una respuesta científica a estos interrogantes y tener la paternidad de los principios que dieron pie a la ciencia genética. Mendel sustentó sus conclusiones a partir de experimentos que realizó en el monasterio agustino de Brün, utilizando como material de estudio plantas de chícharo (*Pisum sativum*. L).

Antes de Mendel muchos otros investigadores, mediante el método científico, intentaron identificar los mecanismos de la herencia, aunque sin resultados repetibles que sustentaran las leyes de la transmisión de caracteres.

Una de las decisiones que le permitieron a Mendel concluir exitosamente sus trabajos fue la selección de su material de trabajo: el chícharo. Y es que las plantas de chícharo presentan una serie de características que facilitan la observación, la obtención de datos, los resultados y las conclusiones:

- a) Presenta un ciclo anual (de hecho se puede obtener una generación en tres meses).
- b) Tiene flores perfectas (en una misma flor están las flores femeninas y las masculinas).
- c) Su reproducción es por autofecundación, y por tanto sus poblaciones están constituidas por líneas puras, lo que implica que si las plantas son altas su descendencia es sólo de plantas altas, o si son enanas, su descendencia es de enanas solamente.
- d) Se pueden observar claramente siete caracteres contrastantes: plantas altas *vs.* enanas, semilla rugosa *vs.* lisa, semilla verde *vs.* amarilla, flor terminal *vs.* axial, etc. En la naturaleza no es muy común este fenómeno, ya que por ejemplo entre el carácter pelo chino y su contraparte pelo lacio, o bien el diámetro de la cintura desde el carácter delgado hasta el más obeso, hay una enorme diversidad de formas y tamaños que hacen muy difícil su clasificación y estudio.

Como se ha señalado, dada su estructura floral estas plantas se autopolinizan. Es decir, no pueden cruzarse en forma natural con otras plantas de su misma especie. Esta característica dio la oportunidad a Mendel de realizar cruces artificiales de manera controlada. Cruzó artificialmente plantas de chícharo altas *vs.* enanas, amarillas *vs.* verdes, terminales *vs.* axiales, etcétera.

Otro de los aciertos del monje austriaco fue la decisión de estudiar y analizar un solo carácter a la vez, lo cual le facilitó el estudio cuantitativo en las poblaciones de las progenies a las que llamó generación filial 1 o *f1*, y generación filial 2 o *f2*, que se corresponden respectivamente con los hijos y los nietos de los progenitores originales.

Después de varios años de observaciones y la medición de otras tantas generaciones resultantes de estas cruces, Mendel pudo concluir que los *factores* (hoy los llamamos genes) son los responsables de la transmisión de caracteres de una generación a otra, y que estos factores siguen cierto comportamiento o normas que hoy se conocen como las “leyes de la herencia”.

Los resultados de estas investigaciones se dieron a conocer en 1866 en la *Revista de la Sociedad de Historia Natural de Brün*.

Una descripción resumida del método seguido por este monje, así como de los resultados y las conclusiones obtenidos, conocidos como leyes de la herencia, se muestra a continuación.

Método y resultados de cruzas con monohíbridos:

Mendel realizó cruzas de un rasgo a la vez. Las progenies o híbridos resultantes de esta crusa se conocen como *monohíbridos* por considerar sólo un carácter contrastante a la vez.

Todos los hijos de las cruzas de un rasgo contrastante a los que dio el nombre de monohíbridos o generación *filial 1*, sin excepción, se parecían a uno de sus progenitores. Sólo a uno. Así, por ejemplo, en la crusa de plantas altas con enanas, todas las plantas hijas fueron altas; en la crusa de semillas amarillas con verdes, todas las hijas presentaron semillas amarillas. Este mismo resultado se repitió con los otros cinco caracteres contrastantes en estudio.

Posteriormente, Gregorio Mendel cruzó generaciones *f1* con *f1*, lo cual dio como resultado la generación *filial 2* o *f2*. En lenguaje coloquial, podemos considerar a esta segunda generación como los nietos de los progenitores originales.

En los nietos, o generación *filial 2*, reapareció el carácter que no se manifestó en la primera generación. Así, entre los nietos de los progenitores altos contra enanos, aparecieron tanto altos como enanos. Lo mismo ocurrió con los otros caracteres contrastantes de esta especie.

Al cuantificar los resultados de las poblaciones *f2*, se encontró una proporción muy cercana a 3:1, donde la mayor proporción correspondía al carácter que se observó en la primera generación: plantas altas, semillas amarillas, etc. A este carácter que aparece en la *f1* y que se encuentra en proporción mayoritaria en la *f2*, Mendel le dio el nombre de *carácter dominante*.

A partir de los resultados de la crusa de monohíbridos se generaron las siguientes conclusiones:

- a) Los caracteres están determinados por *factores* (término que Mendel dio a los que hoy conocemos como genes). Estos factores se encuentran por pares.
- b) De los pares de *factores* estudiados por Mendel, uno se comportaba como *dominante* e impedía la expresión del otro factor cuando estaban presentes los dos. El factor que no se expresa en la presencia del dominante se conoce como *recesivo*.
- c) Los pares de caracteres contrastantes o genes, en los organismos, se encuentran por parejas. Estas parejas de genes *se separan* cuando se forman las células sexuales que en las plantas son los granos de polen y óvulos.

Método y resultados con cruzas de dihíbridos:

Mendel consideró la posibilidad de estudiar también dos caracteres contrastantes a la vez. Es decir, observar y cuantificar qué ocurría con las cruzas, por ejemplo, de plantas altas y amarillas *vs.* enanas y lisas.

A este tipo de cruce con dos caracteres a la vez le denominó *cruza dihíbrida*.

El resultado del dihíbrido, o generación *filial 1*, fue una población de hijos donde todos se parecieron a uno solo de sus progenitores. En el caso del ejemplo, todos se parecieron al padre alto y amarillo.

Con estos resultados, cruzó los dihíbridos altos amarillos *vs.* altos amarillos para obtener la población de los nietos o generación *filial 2*.

El resultado de la *f2* fue una población con todas las combinaciones posibles de estos factores y en la siguiente proporción:

9 altos amarillos
3 altos verdes
3 enanos amarillos
1 enano verde

Con base en estos resultados, Gregorio Mendel encontró una correlación con una ley estadística que se refiere a la probabilidad de aparición de eventos independientes; tal es el caso, por ejemplo, de las posibilidades que se dan al lanzar dos monedas distintas y que aparezca cara en ambos lanzamientos.

Dicha ley probabilística establece que, cuando dos eventos son *independientes*, la probabilidad de ocurrencia de ambos será igual al producto de sus probabilidades separadas.

En el caso de los lanzamientos de monedas, la probabilidad de que en la primera moneda salga cruz es igual a 50 por ciento, o 0.5. Es también 0.5 la probabilidad de que en la segunda moneda salga cruz.

Por tanto, de acuerdo con la ley estadística, la probabilidad de que en ambas monedas salga cruz será, de 0.5×0.5 , que es igual a 0.25; es decir, ocurrirá en 25 por ciento de los casos.

En el caso de la cruce de altos amarillos *vs.* altos amarillos se conocía que sus probabilidades por separado eran, para altos *vs.* enanos, tres altos por un enano. Para amarillos *vs.* verdes, tres amarillos por un verde.

Así que, aplicando la ley probabilística, tendremos que si los eventos son independientes, el resultado será el producto de sus probabilidades separadas, o sea (3:1) (3:1), lo que da una proporción de 9:3:3:1, resultado que concuerda con las observaciones mendelianas, por lo que se deduce que los factores o genes actúan como eventos independientes.

A partir de estas conclusiones, Gregorio Mendel propone tres generalizaciones que hoy conocemos como leyes de la herencia, las cuales son válidas para todos los organismos vivos, sean animales o vegetales.

Ley de la uniformidad: explica que los hijos (híbridos) resultantes de la cruce de dos padres de línea pura, con caracteres alternos, *todos son iguales*.

Ley de la segregación: expresa que los genes o factores que se encuentran por pares en los organismos, cuando se forman las células sexuales, *se separan*.

Ley de la libre precombinación: explica que los factores que se separaron, al formarse las células sexuales o gametos, se vuelven a recombinar sin seguir una pareja determinada. *Se recombinan al azar y de manera independiente*, cada uno por su lado.

Tomando como base las leyes o el comportamiento de los genes en la transmisión de los caracteres de una generación a otra, a inicios del siglo pasado se generó una tecnología conocida como fitomejoramiento. Sus fundamentos se derivan de la manera como la naturaleza hace el mejoramiento genético, la evolución de las especies.

Y la naturaleza, ¿cómo realiza el mejoramiento?

En el reino animal, así como en el vegetal, existe una increíble diversidad. Podemos ver, por ejemplo, en el reino vegetal, plantas de todo tipo, forma, tamaño; plantas que se adaptan a desiertos, a trópicos, a valles o a montañas, de todos los colores y comportamientos, etcétera.

Lo mismo ocurre en el reino animal. Si observamos una especie, por ejemplo la de los perros, encontramos que los hay grandes, chicos, alargados, robustos, de todos los colores, formas diferentes de oreja u hocico, mansos o bravos, con buen o mal olfato, con mucho o con poco pelo, etcétera.

En el caso del maíz criollo, observamos en las milpas mazorcas grandes o chicas; de distintos colores: blancas, amarillas, azules, rojas o multicolores; con olote grueso o delgado; con dos mazorcas o una sola; unas crecen en suelos anegados, otras en lugares casi desérticos; algunas producen en sólo cuatro meses, otras en ocho; sus alturas fluctúan desde casi cinco metros hasta menos de uno.

Es decir, existe una gran diversidad de la cual se puede echar mano en un proceso de selección.

Nicolai Vavilov identifica ocho centros de origen de las plantas cultivadas y ubica al maíz como originario de México. Por definición, el centro de origen es el lugar donde se encuentra la mayor diversidad de una especie. De aquí la riqueza de morfología, fisiología, colorido, sabor y adaptación de esta planta a todo el mosaico ecológico de México.

Gracias a esta diversidad, si hay inundaciones frecuentes en un lugar, la mayoría de las plantas no lo soportan y mueren, pero algunas sí lo hacen y otras incluso crecen mejor en estas condiciones. También, si se presentan continuamente años secos en una localidad, la mayoría de plantas perecen, pero unas cuantas sobreviven y dan fruto.

Al cabo de un buen número de ciclos, las plantas adaptadas a condiciones extremas constituyen una nueva raza, resistente a exceso o a escasez de lluvia.

A partir de una enorme diversidad se tienen individuos de dónde escoger. Así, la naturaleza selecciona a los individuos mejor adaptados al nuevo ambiente; ésta no toma en cuenta en la *selección natural* si rinden mucho o poco, si su fruto es sabroso o no; los selecciona por su capacidad de sobrevivir en el ambiente donde crecen.

Después de estas reflexiones, se puede inferir que la selección es más eficaz en la medida en que se tiene una mayor diversidad. Las plantas nativas y silvestres presentan aún más variación.

Uno de los resultados del mejoramiento que hace la naturaleza se conoce como evolución, y se expresa de manera concreta en la formación de nuevas especies.

Así, por miles de años la naturaleza fue seleccionando un pasto que crecía como hierba silvestre en las tierras de Mesoamérica, hasta mejorarlo como la especie *Zea mays*, el maíz. Se tienen evidencias, que de esto sucedió hace aproximadamente seis mil años, cuando apareció esta especie, aunque un poco diferente de como hoy la conocemos. Su mazorca apenas alcanzaba los tres centímetros, tenía poco totomoxtle y pocos granos.

Mejoramiento indígena del maíz

Emulando a la naturaleza, el mesoamericano aprendió a seleccionar las plantas de maíz y guardar la semilla para la siguiente cosecha. Sólo que a diferencia de la naturaleza, que pretende organismos

que se adapten y sobrevivan a un determinado medio, el objetivo del hombre es mejorar las plantas para la satisfacción de sus necesidades, principalmente la alimenticia.

El campesino de estas latitudes, con mucha paciencia, diligencia y cariño por la planta de maíz, la ha venido mejorando a través de procesos de selección que varían en cada región. Este proceso de selección del maíz, el mesoamericano lo ha venido realizando por milenios.

El trabajo de selección, metódico y constante, ha dado como resultado los maíces actuales, de los que a la fecha se reportan 50 razas que se aclimatan a casi todo tipo de condiciones climáticas. Abel Muñoz Orozco asevera:

El productor ha aprendido a identificar las características que le pueden ayudar a mejorar las variedades que siembra. Estas características son fácilmente reconocibles y no requieren de una medición exacta, sino más bien de una observación cuidadosa. La selección del productor es buena y debe seguirse haciendo, aceptando que de un año a otro no se puede apreciar su avance porque es lento.

El campesino selecciona el maíz de la siguiente manera:

Escoge de las mazorcas ya cosechadas (en la troje) las más grandes, las de mayor longitud, las más pesadas, con el mayor número de hileras; también selecciona las de olote delgado. Desde luego, se fija que no tengan plagas o enfermedades y selecciona las más sanas. Toma en cuenta también el color de la mazorca, el más privilegiado en esta selección es el blanco. En algunos lugares toman en cuenta que las hileras estén derechas. Dependiendo de la región, hay otras características que se consideran al momento de seleccionar la semilla para la próxima cosecha, como la altura de la planta, el ciclo corto o largo, etcétera.

¿Cómo se realiza el fitomejoramiento?

En México hay dos escuelas para el fitomejoramiento del maíz, una orientada a la obtención de híbridos y la otra a la obtención de variedades. Sobra decir que las políticas agropecuarias han privilegiado la investigación de la primera escuela, la de formación de híbridos.

- Obtención de híbridos

En los años cuarenta del siglo pasado, un grupo de científicos liderados por Norman Borlaug, premio Nobel de la Paz, tomando como base las leyes de la herencia, seleccionó muchos materiales a partir de sus lugares de origen. En el caso del maíz, los materiales que se colectaron fueron de México, por ser el país de origen de este cereal y por tanto donde hay mayor diversidad de esta especie. Se colectaron muchísimas semillas de todas las regiones maiceras de México, semillas de maíces muy diversos, formando lo que se conoce como *banco de germoplasma*.

A partir de estas semillas se realizaron procesos de autopolinización para fijar el carácter seleccionado. De esta manera, en forma artificial se generaron *líneas puras* de las que consideraron las mejores, o las que producían más. Después cruzaron las líneas más sobresalientes y que mejor se combinaban para rendir más. El resultado fueron los productos conocidos como *híbridos*, cuya principal característica es el alto rendimiento.

- Obtención de variedades

En el México de mediados del siglo pasado se realizaba también otro sistema de mejoramiento que, si bien no era tan rendidor como el híbrido, tenía en cambio la ventaja de adaptarse mejor a las condiciones cambiantes del mosaico ecológico del territorio nacional. Este sistema tecnológico apuntaba a la formación de *variedades*.

La planta de maíz se poliniza de manera libre y aleatoria. A este tipo de plantas se les conoce como *alógamas*. El maíz, por tanto, a diferencia de otras plantas (*autógamas*) como el chícharo o el frijol, que se autopolinizan y producen líneas puras, tiene las flores masculinas y femeninas en la misma planta, pero separadas, por lo que no se tienen líneas puras de maíz en la naturaleza.

En la espiga está el polen, producto de la flor masculina que sale de la punta del maíz, y normalmente sale antes que la femenina, la cual se ubica hacia la mitad de la planta, donde aparecen como *pelitos* llamados *jilotes*, que salen de un conjunto de hojas modificadas conocidas como *totomoxtle* u *hojas de maíz*. Debido a esto, las plantas de maíz se pueden cruzar con cualquier planta de la milpa o de otras milpas ubicadas a varios kilómetros de distancia. Incluso, cada *cabellito* (flor femenina) puede ser fecundado por una planta de maíz diferente. Cada *jilotito* o *pelito* da origen a un

grano de maíz, por lo que en teoría cada grano de maíz puede tener un padre distinto.

El resultado de la polinización cruzada y al azar de las alógamas es una combinación desconocida. Sólo se puede saber cuál es la madre, pero no cuál es el padre, por lo que las semillas de una mazorca grande pudieron haberse combinado con una pequeña y por tanto algunos de sus descendientes tendrán mazorca grande, otros pequeñas, y otros más de tamaño intermedio.

En consecuencia, en el proceso de selección se deben implementar estrategias para una selección eficiente. Para seleccionar plantas de maíz con miras a la obtención de variedades, se usó un método conocido como “selección masal”.

- Selección masal

La selección masal se hace de la siguiente manera: se seleccionan las plantas que presentan un determinado carácter; por ejemplo, si el carácter por seleccionar es el porte o tallo bajo, se determina una medida que podría ser de plantas con menos de 1.50 metros. Así se escogen, se marcan y se cosechan por separado las plantas menores de esta altura. Después se mezcla la semilla de todas las plantas seleccionadas para este carácter y con ellas se siembra en el siguiente ciclo.

Con el tiempo se concluyó que este método no era muy eficiente debido a que en muchas plantas el carácter seleccionado estaba influido o enmascarado por el medio ambiente, más que por su información genética, por lo que el carácter no se heredaba a la prole.

Lo anterior significa que si, por ejemplo, se seleccionaban plantas de porte pequeño, el tamaño de muchas de ellas podía atribuirse a que habían crecido en partes de la milpa donde había poca fertilidad o estaba pedregoso, o se retenía menos humedad que en el resto del terreno, etcétera.

Para superar este problema en la selección, se modificó la selección masal haciéndola en estratos o parcelitas, lo que se conoce como “selección masal estratificada”.

- Selección masal estratificada

Para realizar esta técnica de selección se divide la milpa en parcelas pequeñas a fin de escoger la semilla progenitora de la siguiente generación de selección. Por ejemplo, si la milpa tiene 50 surcos

de 50 metros de largo cada uno, se divide el terreno sembrado en parcelitas de 10 metros de largo cada uno por cinco surcos, con lo que se tienen 25 parcelitas.

Se selecciona el carácter en estudio. En el ejemplo anterior, las plantas de menos de 1.50 m de altura, se escogen sólo 10 plantas de porte bajo en cada una de las 25 parcelitas en que dividimos la milpa, con lo que tendremos 250 plantas seleccionadas.

Al *estratificar* la milpa se puede obtener un mejor promedio y no sólo la selección de todas las enanas generadas por estrés de humedad, fertilidad u oxígeno. Con este procedimiento es mayor la probabilidad de seleccionar plantas cuyo porte bajo esté determinado por el factor genético, es decir, plantas que transmitan a la descendencia el carácter seleccionado, en el caso del ejemplo, el de porte menor de 1.50 metros.

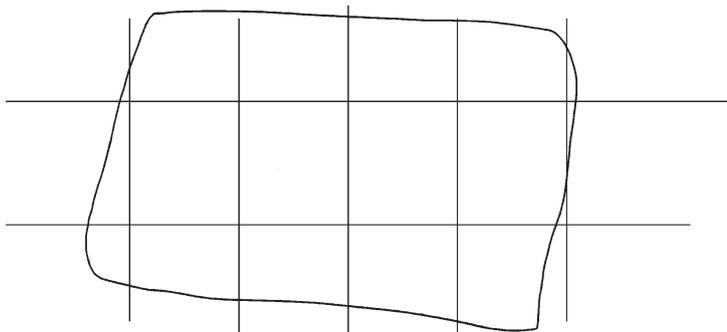
En la siembra para la selección masal estratificada se colocan dos o tres semillas *por golpe* a cada 50 centímetros de distancia. En el *primer beneficio*, se "*desahija*" dejando sólo una planta por mata.

Se cosechan aparte y en primer lugar las 250 plantas marcadas. Esto es, diez por cada parcelita. Estas mazorcas seleccionadas se llevan a la troje, donde se hace una segunda selección a la manera acostumbrada, sobre la base de mazorcas sanas, grandes, etcétera.

Las mazorcas seleccionadas se desgranar. Se sugiere usar para semilla sólo los granos de la parte central de la mazorca, tal como lo hace el campesino.

Desde luego, el mejoramiento de los maíces criollos es un proceso que implica varios ciclos de selección.

Un elemento importante en la selección masal estratificada es la selección de plantas con *competencia completa*, es decir, aque-



En la selección masal estratificada se divide el terreno en parcelitas

llas que tienen a los lados del mismo surco, y entre los surcos aleaños, otras plantas. Las que no tienen competencia completa no se seleccionan.

Es importante señalar que la selección debe realizarse primero en el campo, cuando las plantas están todavía en pie, lo que nos permite reconocer además de su competencia completa otras características de interés para heredarse, cosa que no se puede hacer con la selección de las mazorcas ya cosechadas.

- Mejora para resistencia a la sequía

Uno de los problemas para la producción de maíz de temporal es la sequía, sobre todo la intraestival, conocida por los productores como “veranito” o “canícula”, que ocurre entre julio y agosto, en el periodo de lluvia, cuando deja de llover de 10 a 30 días. Este fenómeno se presenta precisamente cuando el maíz está *jiloteando* o el grano está creciendo y necesita mucha humedad.

Para dar una respuesta a este problema en los Altos de Morelos, en 1993, Gómez y Baldovinos iniciaron un sistema de selección para resistencia a estrés de sequía, en especial la intraestival, basados en el carácter conocido como Anthesis Silking Interval (ASI).

Y es que uno de los mayores limitantes del rendimiento es la falta de agua en los periodos críticos del cultivo, como la germinación, la floración y el llenado del grano. En las siembras de temporal, el establecimiento de las lluvias es errático, y el periodo lluvioso, irregular.

El carácter de selección ASI para escoger plantas con resistencia a la sequía utilizado por Gómez y Baldovinos en los Altos de Morelos permite una selección indirecta pero eficiente para la selección de plantas resistentes a la sequía intraestival.

El criterio tradicional para el mejoramiento a estrés de sequía considera como variable de selección el rendimiento tanto en condiciones óptimas de humedad como en las deficientes, así como la identificación de mecanismos específicos de resistencia al déficit hídrico.

Las características de mecanismos de resistencia al déficit hídrico, al igual que el rendimiento, son de origen poligénico (el carácter depende de la acción e interacción de muchos genes) y de baja heredabilidad (el carácter se debe en un mayor porcentaje al medio ambiente, más que a la herencia genética), por lo que la eficiencia de la selección tradicional para resistencia a la sequía es un proceso lento y aleatorio.

De acuerdo con trabajos previos, entre los que se tiene como referencia uno realizado por Wu Zi-kai y Gómez en 1996 y diversos reportes de la literatura del maíz, se estima que a menor diferencia cronológica entre las dos floraciones, la masculina y la femenina, se manifiesta una mayor resistencia a la sequía.

Con estos antecedentes, en 1998 se propuso el mejoramiento de maíces criollos de la zona de los Altos de Morelos, con el siguiente objetivo principal: mejorar poblaciones de maíces criollos para resistencia a la sequía intraestival basados en la selección de plantas con ASI corto.

Para lo anterior se tuvieron como objetivos específicos:

- Concentrar genes de ASI cortos, dispersos en las poblaciones de maíces criollos de la zona norte a través de selecciones cíclicas recurrentes.
- Difundir la metodología del ASI entre los productores temporales de maíz como una alternativa para mejorar los maíces criollos en la resistencia a la sequía intraestival.

- Mejoramiento para bajar la altura

Otro de los problemas para la producción de maíz criollo en los Altos de Morelos y en otras latitudes es la altura de la planta. Durante un taller con los maiceros de Morelos se evidenció como problema el porte alto de los maíces criollos, ya que por esta razón se “acaman” con las lluvias y los vientos fuertes. Se reconoció que dado que la selección se realiza en troje, es decir cuando la mazorca ya ha sido cosechada, se desconocían las características de las plantas progenitoras (la que poliniza y la polinizada), entre otras la de porte o altura.

Los maíces criollos de esta zona se caracterizan por ser muy altos, pues miden de tres a cuatro metros.

Cuando azotan vientos fuertes, lo que ocurre con frecuencia entre los meses de octubre a noviembre y de febrero a marzo, las milpas se “acaman”, por lo que ya no puede levantarse la cosecha.

Debido a que en esta zona no hay plantas enanas para poder escoger en un proceso de selección, proponemos aquí una selección de tipo negativo, con el siguiente procedimiento:

Se escogen en el campo las plantas más altas de la milpa, y cuando apenas empiezan a espigar o antes de que esto ocurra se desespigan, es decir, se les corta la flor masculina, con lo cual podrán dar maíz, pero no fertilizar a otras plantas.



Los campesinos de los Altos de Morelos

Este proceso deberá hacerse de manera sistemática, ciclo tras ciclo, hasta lograr que la altura de la planta se reduzca para que los vientos ya nos la tiren.

- Medición del avance de la mejora genética

Para saber qué tan eficiente es el mejoramiento genético del maíz en cada ciclo de selección, cuando se usa la selección masal, los investigadores utilizan la siguiente ecuación:

$$Y: GX + (PP-XP)$$

Donde

Y= Producción ajustada de cada planta

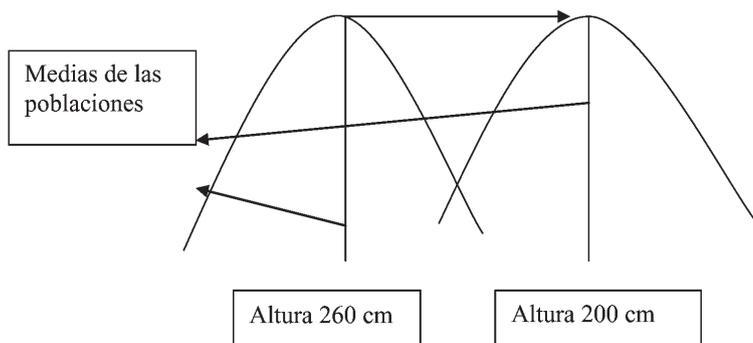
GX= Media general

PP= Peso seco de la mazorca

XP= Media de la parcela.

Estos cálculos, una vez obtenidos los datos de campo, se realizan de manera sencilla y rápida con una hoja de cálculo, y se puede graficar el avance del mejoramiento comparando el avance de las medias hacia la derecha.

GRÁFICA DE AVANCE EN LA MEJORA PARA ALTURA DE PLANTA



(Se observa un avance en la mejora para disminuir la altura de la planta al comparar dos medias poblacionales)

Sin embargo, en las condiciones del campo, el campesino no necesita hacer este tipo de análisis estadístico para reconocer el avance en la selección. El campesino, el indígena mesoamericano, es un acucioso observador de la naturaleza y de manera muy especial de su milpa y de su producción. No le hacen falta los resultados de las ecuaciones para determinar si la selección fue eficiente y continuar sembrando y mejorando su milpa.

Los campesinos de los Altos de Morelos tienen sus propios criterios para identificar la eficiencia de selección. En el caso del ASI, este fenómeno fue identificado y reportado por los campesinos a través del llenado de grano en la mazorca. Las plantas de ASI corto tuvieron un llenado completo de granos a lo largo de todo el olote, en tanto que las de ASI largo, que manifiestan poca resistencia a la sequía, se quedaron sin grano en la parte terminal del olote.

Las observaciones que indujeron los criterios campesinos se evidenciaron cuando, al finalizar el ciclo, los maiceros dieron a conocer sus experiencias en cuanto a los resultados obtenidos en la mejora del criollo regional. Algunas de las observaciones más persistentes reportadas por los productores fueron:

- Las mazorcas llenaron bien todo el olote
- Pesaron más
- Jilotearon parejo
- Al inicio, cuando bajó el agua, espigaron en forma violenta
- Espigaron primero y su ciclo fue igual que los otros criollos
- El olote era más delgado y lleno hasta la punta

- Llenaron parejo, aunque hubo poco cuateo (plantas con dos o más mazorcas)

Es decir, en los indicadores determinados por los protagonistas del campo identificaron que la resistencia a la sequía expresada en las milpas como *un llenado de grano a todo lo largo del olote, independientemente de si la mazorca fue chica o grande*. Estas observaciones coinciden con los resultados numéricos de los investigadores del Cimmyt, Bolaños y Edmeades, en 1996.

- Algunas reflexiones

La necesidad de la formación de fitomejoradores comunitarios en el país se fundamenta en la consideración de que los maíces criollos responden a condiciones específicas del contexto edafo-climático y social de cada región, por lo que no es posible a través de los investigadores de los centros de investigación agrícola del país dar una respuesta a todos los nichos ecológicos. Por esta razón, se hace necesario un ejército de fitomejoradores, que ya existen en el país desde hace varios milenios y cuyo producto son más de 50 razas de maíz, aunque se requiere también la capacitación en algunos elementos del fitomejoramiento que perfeccione este proceso.

A partir de estas experiencias en los Altos de Morelos, se reconoce la necesidad de enfocar un programa de mejoramiento basado en la formación de *variedades de libre polinización*, es decir, sin controlar la polinización, dada su heterogeneidad y diversidad, que se adecua a la lógica de supervivencia de las comunidades marginales, y no bajo el enfoque de formación de híbridos de alto rendimiento, en cuyo proceso de selección se reduce drásticamente la diversidad genética.

Se reconoce también que el mejoramiento de variedades criollas no debe realizarse en los campos experimentales, sino a través del mejoramiento *in situ*, donde los campesinos y los indígenas sean quienes participen y decidan sobre los objetivos de la selección, y que éstos, con su experiencia milenaria y su capacidad de observación de caracteres agronómicos y tradicionales, sean los protagonistas y ejecutores del mejoramiento genético del maíz.

¿POR QUÉ SEGUIR SEMBRANDO MAÍZ?

En un mundo globalizado, donde las tradiciones, la cultura regional, la identidad nacional y la soberanía son un estorbo para un sistema

económico y un mercado globalizador, se hace necesario el cambio de leyes (se modificó el artículo 27 constitucional en el sexenio de Salinas para el ingreso de México al TLCAN), tradiciones y costumbres, por lo que se reitera sistemáticamente con publicidad a nuestra juventud, que modifica su estilo de vida y sus tradiciones, incluyendo los hábitos alimenticios. Así, se cambia el consumo de los tacos mexicanos por las hamburguesas, los *hot dogs* o las pizzas. Las comidas en muchos hogares, sobre todo ciudadanos de clases medias altas y altas, ya no se acompañan con tortillas sino con trozos de pan blanco o morenito integral, para estar *ad hoc* con la mesa internacional.

Para nuestros gobernantes y economistas, incluso para algunos maestros universitarios, va en contra de nuestra economía y es ilógico producir maíz en México; en consecuencia se adopta una política de importación de granos, en especial de maíz, cuyos costos de producción y precios en el mercado internacional son más bajos. Al menos ésa era la lógica hasta inicios del presente milenio, cuando se evidencia esta falacia y se observa un resquebrajamiento de las leyes del mercado y un encarecimiento del precio de los alimentos básicos, como arroz, maíz y frijol.

Estas políticas han sido las predilectas desde el ocaso del Porfiriato, cuando las exportaciones agrícolas tuvieron una fuerte tendencia a la baja y hubo un incremento de las importaciones de los mismos productos.

Fernando Rosenzweig, al referirse a esta etapa, menciona que “la pobreza de las clases campesinas se traducía en un mercado pobre para las industrias de bienes de consumo” y que “la insuficiencia de la producción agrícola de granos esenciales: maíz, frijol y arroz contribuyó a hacer subir los precios y encarecer el costo de la vida”.

La historia nos muestra que esto no es algo nuevo; en el periódico *El Imparcial*, en su edición del 24 de septiembre de 1901, se leía:

[...] si nuestras importaciones crecen y la agricultura no nos ayuda a saldarlas —con la industria no hay que contar para este fin, según reciente declaración de entendido industrial— [...] debemos procurar que la planta de exportación sea reemplazada por el ganado, los cereales, en fin, los productos agrícolas pagaderos en oro, tal debe ser la tendencia y en ello estriba la solución de nuestros graves problemas económicos.

Curiosamente, esta tesis de un columnista connacional de principios del siglo pasado concuerda con la tesis propuesta por el doctor

Teodoro Hultz, de la Universidad de Chicago, premio Nobel de Economía en 1970, quien sostenía que la mejor inversión de un país es la ejercida en mejorar las estructuras científico-tecnológicas y productivas del sector primario.

En México no se han entendido estas tesis, ya que históricamente se ha desatendido al sector primario, aunque se han instrumentado paliativos para el campo, más que nada como una forma de control social. Ejemplos de ello son los diferentes modelos de desarrollo rural sexenal como el Pider (Programa de Inversiones Públicas para el Desarrollo Rural), Coplamar (Comisión de Planificación en Zonas Marginadas), SAM (Sistema Alimentario Mexicano) o Alianza para el Campo, correspondientes a diferentes sexenios de gobierno.

No entender que el desarrollo del país debe sustentarse en el desarrollo de la agricultura y la ganadería ha originado un fuerte retraso en los niveles de bienestar tanto en la salud, educación, alimentación, cultura y recreación del habitante del campo, que hoy se han traducido en pobreza extrema.

Es en la comunidad rural donde se localiza el mayor porcentaje de los compatriotas que viven en estas condiciones inhumanas. Ante este escenario del agro mexicano, nos preguntamos: ¿por qué debemos continuar sembrando maíz, sobre todo maíz criollo, con sistemas tradicionales?

A mi entender, existen al menos tres binomios de razones por las cuales en México se deben privilegiar políticas que busquen la preservación de la siembra de maíz con sistemas tradicionales heredados desde tiempos muy anteriores a los prehispánicos:

- Razones ecológico-productivas
- Razones culturales e históricas
- Razones económicas y sociales

Razones ecológico-productivas

Las siembras de maíz en México, con los sistemas tradicionales presentan bajo impacto sobre los ecosistemas.

En la milpa, sistema prehispánico de producción maicera que se practica aún hoy en día en el agro nacional, en especial en las comunidades campesinas más pobres y las indígenas, se privilegia la biodiversidad, ya que se siembran cultivos asociados teniendo un sistema de policultivos a semejanza de los ecosistemas naturales.

La asociación más común de este agroecosistema es la de maíz-frijol, que constituye una genialidad como técnica agrícola.

En efecto, al asociar maíz y frijol, la planta de maíz funciona como el soporte sobre el cual trepa ágilmente la planta del frijol sin competir por requerimientos de luz o espacio. Por su lado, en las raíces del frijol se desarrollan nodulaciones con colonias de bacterias del género *Rhizobium* que tiene la propiedad de fijar el nitrógeno de la atmósfera, enriqueciendo al suelo con este nutriente, que es el elemento más limitante en la agricultura de México.

Al establecerse esta asociación simbiótica (donde los organismos se benefician mutuamente) se cubre rápidamente la mayor parte de la superficie del suelo con la vegetación productiva (maíz y frijol), de suerte que los agentes eólicos y pluviales tienen poco efecto sobre la erosión del suelo. Esta rápida cobertura del suelo “sombrea” (impide la entrada de la fuente de energía, la luz) y limita el crecimiento de las malezas o hierbas nativas, con lo cual el control de malezas requiere de menos labores o uso de productos químicos, imprescindibles en las siembras de monocultivo de las siembras modernas.

Por otro lado, con el sistema de milpa también se minimiza uno de los problemas más limitantes de la producción agrícola: las plagas y las enfermedades. En la agricultura moderna, para su control o prevención se invierte de 20 a 40 por ciento de los costos de cultivo en la adquisición y aplicación de productos químicos, que hoy sabemos contaminan los suelos y los productos, y en la cadena trófica envenena al último consumidor: el hombre.

En las siembras de monocultivos sistemáticas, los insectos, que prefieren por razones metabólicas o de sabor determinada especie, al encontrar alimentos en abundancia se multiplican y se convierten en plaga. Por el contrario, en los ecosistemas naturales, donde prima la diversidad de especies, los insectos tienen límites; no hay abundancia de un solo tipo de comida, la preferida por el insecto; en los ecosistemas naturales biodiversos, los insectos crecen y se multiplican dentro de los límites de un equilibrio homeostático.

En las siembras asociadas de la milpa los insectos no se multiplican convirtiéndose en plagas, e incluso algunos que se alimentan del maíz se recolectan, como en el caso del gusano del maíz o los chapulines, para consumirse como platillo especial de la creatividad de la cocina mexicana.

Además, en la agricultura tradicional del maíz la siembra se realiza con coa o espeque, es decir, con una tecnología que se conoce en el argot técnico agrícola como *labranza mínima*, que se caracteriza por no destruir la estructura del suelo ni lo expone a la erosión de los diferentes agentes atmosféricos, como el eólico o el hídrico.

Si a esto se agrega que en la milpa la fertilización se realiza con productos de tipo orgánico, como estiércoles, compostas y hojas de

los árboles, se puede afirmar que la agricultura del maíz en su forma tradicional tiende a una agricultura sustentable en los ámbitos ecológico y productivo.

Razones culturales e históricas

Luego despertaron los astros y desde entonces principió el mundo; [refiriéndose a la humanidad del ciclo anterior decía:] antes el hombre vivía en la miseria, se alimentaban de madera, no tenían sangre ni carne y nada se encontró para alimentarlo hasta que fue hallado el maíz [...] por este motivo se llenaron de alegría por haber encontrado aquel paraje, lleno de cosas sabrosas y buenas, donde abundaban las mazorcas [...] entonces desgranaron y molieron las mazorcas amarillas y blancas, e hizo Ixmucané nueve bebidas entrando esos elementos en las sustancias destinadas a darle vida y fuerza a la gente [...] Únicamente masa de maíz entró en la carne de nuestros primeros padres [...] Ellos después hablaron, razonaron, vinieron y sintieron, anduvieron y agarraron cosas; fueron hombres perfectos de cara y gente buena y hermosa presencia (extractos del *Popol Vuh*).

Así reza el mito creacional mesoamericano al referirse a la esencia y constitución del hombre, quien recibió las propiedades que le hicieron participar de la naturaleza divina al ser hecho de maíz.

Desde hace ya casi siete mil años, de acuerdo con los hallazgos arqueológicos, apareció el maíz como la especie *Zea mays*. Este cereal sagrado ha sido el más fiel acompañante del hombre mesoamericano en toda su dispersión por el continente y le ha permitido establecerse como cultura en los lugares donde se asentó: un mosaico cultural. Así surgieron la cultura olmeca, la tolteca y la maya. Así se atestigua en las pinturas rupestres, en sus códices, sus deidades, utensilios, decoraciones y templos en todas las regiones donde se cultiva maíz.

Las ricas tradiciones indígenas están enmarcadas por el maíz; así, por ejemplo, en las bodas de ciertas comunidades indígenas del oriente de Morelos, parte del ritual consiste en ofrendar granos de maíz a la esposa como signo de fidelidad, y de la esposa al esposo como intención de prosperidad.

La medicina tradicional se enriquece con la planta de maíz. El arte popular adquiere todas las dimensiones, las formas, los colores y las emociones con que el hombre interpreta su entorno a través de los olotes, las hojas y el totemoxtle del maíz.

La historia, la identidad y la vida del hombre mexicano se constancia con el maíz, haciéndolo sangre de su sangre y carne; de su carne somos un pueblo de maíz.

Razones económicas y sociales

El productor maicero de subsistencia, el que preserva la siembra de este cereal a costa de cualquier contingencia meteorológica, social, económica y política, vive de manera marginal y tiene pocos excedentes para canalizarlos al mercado, por lo que destina casi toda su producción a la satisfacción de sus necesidades básicas de alimentación.

Este maicero produce en el temporal de lluvia con sistemas tradicionales. Las perspectivas actuales de desarrollo social y económico para este productor son muy limitadas. Para su desarrollo económico y social se requieren propuestas más creativas enmarcadas en el conocimiento de la tradición, la cultura y la identidad de nuestro pueblo, principalmente el indígena.

En las comunidades indígenas productoras de maíz también se siembran semillas híbridas, de las que se promueven en los programas de gobierno mediante el programa denominado “Kilo por kilo”, donde a cambio de un kilogramo de semilla de la milpa del productor se le entrega uno de semilla mejorada genéticamente, es decir, una variedad o híbrido por lo general importado y comprado por el gobierno a una empresa transnacional con un costo de 30 a 50 pesos el kilogramo.

Es oportuno recordar que el maíz, junto con sus cultivos asociados, frijol, chile, haba y jitomate, es eje de la economía y la garantía de subsistencia de las familias de comunidades rurales, sobre todo las más pobres, por lo cual el desarrollo económico y social en estas comunidades está directa y estrechamente ligado a la producción del maíz, el maíz criollo, el maíz de los pobres, que gracias a su variabilidad genética puede dar grano aun en las condiciones climáticas, edáficas, bióticas, sociales y económicas más adversas.

Un instrumento del desarrollo de las comunidades rurales más pobres es el mejoramiento de la producción del maíz criollo.

Esto involucra, entre otros elementos, el mejoramiento genético de los maíces criollos. Hasta la fecha organismos gubernamentales nacionales como el Inifap, o internacionales como el CIMMYT, han realizado el mejoramiento de maíz mediante sistemas de selecciones e hibridaciones; si bien han dado como resultado variedades más rendidoras, tienen poca adaptación y rusticidad, por lo que no res-

ponden a las condiciones promedio del agro nacional donde se produce maíz.

En la actualidad, las semillas mejoradas por este procedimiento provienen de empresas transnacionales; se tienen que comprar a costos elevados año con año, y responden a intereses económicos y de mercado.

El productor nativo, por milenios ha venido mejorando el maíz adaptándolo a los más diversos nichos ecológicos. Aunque bajo los cánones de la ciencia tradicional su proceso de selección no se considera como científico, sino más bien como un arte heredado de generación en generación. Su avance es muy lento.

Por otro lado, el investigador, el genetista, usando el método científico avanza rápidamente en los procesos de selección, aunque sus resultados no se ajustan a las necesidades de los productores marginales.

Es necesario que las universidades e institutos de investigación tomen en cuenta los métodos tradicionales ancestrales y que se complementen con elementos del método científico para que el fitomejoramiento del maíz sea pertinente al agro nacional y tenga impacto en el mejoramiento de las condiciones de vida de los maiceros tradicionales.

Este proceso de complementariedad entre los saberes tradicionales y la genotecnia moderna tendría que ponerse al alcance de los productores maiceros tradicionales, para que sean ellos los que programen y ejecuten el mejoramiento del maíz criollo. Es preciso que las políticas agropecuarias apoyen estos procesos autogestivos, que tienen la posibilidad y la viabilidad de mejorar la producción maicera desde sus actores mismos, los campesinos e indígenas de México.

Por otro lado, también es necesario considerar la rentabilidad y el destino de la producción del maíz. Éste tiene muchas posibilidades de adquirir un valor agregado que lo haga económicamente más atractivo al productor.

Un ejemplo es el maíz *cacahuazintle* o el *ancho pozolero*, que con un proceso de transformación relativamente sencillo adquieren un precio superior al destinado a la producción de tortillas. Otro ejemplo es el maíz *bolita* de los altos de Oaxaca, que se usa para elaborar totopos y tostadas, o los maíces de color azul y negro, entre otras posibilidades, que adquieren un valor agregado y tienen demanda cautiva sin satisfacer, no sólo en México sino también en Estados Unidos, donde millones de nuestros compatriotas los demandan.

Si por otro lado se considera que en la actualidad hay casi dos mil usos del maíz y sus derivados en diferentes procesos, su cultivo tiene un gran potencial de desarrollo económico y social; así, además del mantenimiento del cultivo, es posible, mediante políticas que alienten esta actividad, hacer rentable su producción y transformación.

HACIA UNA SUSTENTABILIDAD AGRÍCOLA

INTRODUCCIÓN

La sociedad del tercer milenio se caracteriza por cambios vertiginosos, los cuales propician una alta vulnerabilidad en todos los ámbitos: en la política, en la economía, e incluso en la ciencia, que es la construcción histórico-social más sólida del hombre.

Dicha vulnerabilidad se manifiesta desde los niveles locales hasta el global. A escala global se expresa como una crisis ambiental, social y económica que impacta a tal grado el quehacer de la sociedad que algunos autores la estiman como una “crisis civilizacional”.

En el contexto de la crisis social y ambiental que se vive en el planeta, es impostergable sentar las bases y los principios que den pie a la construcción de una nueva sociedad: una sociedad sustentable. Esto implica un cambio de paradigmas, entre otros, el de la *explotación de la naturaleza para beneficio del hombre* en la concepción judeocristiana, según la cual el hombre es el centro de la naturaleza al estar hecho a imagen y semejanza de Dios, por lo que está destinado a dominar, controlar y servirse de la naturaleza. Es necesario sustituir este paradigma que justifica la depredación en beneficio del hombre por un nuevo concepto de lo sustentable, donde prime la compatibilidad hombre-naturaleza a partir de una nueva concepción del hombre que conduzca a una nueva sociedad, una sociedad sustentable.

Algunos conceptos filosóficos y éticos apoyan la propuesta de la sociedad sustentable. El concepto, aunque es de reciente cuño, ha estado presente desde hace milenios en la cosmovisión mesoamericana, donde se infiere un nuevo concepto del hombre: el del *hombre cósmico*, que expresa la solidaridad con todos los semejantes, vivientes y no vivientes.

Se requiere también de la construcción de una nueva sociedad sustentable, una *ciencia con conciencia*, en los términos de Edgar Morin, que supere los enfoques epistemológicos, ontológicos y metodológicos de la ciencia cartesiana, que asume como sus premisas el conocimiento de las leyes físico-químicas, el control y la predicción, ya que este enfoque unimétodico y reduccionista se encuentra rebasado ante la complejidad de los fenómenos de la nueva sociedad y los nuevos ámbitos de las ciencias del hombre y ambientales.

También es preciso un marco legal y político que privilegie estrategias y actividades económicas y productivas con un enfoque de sustentabilidad. El marco jurídico legal se da a través de la Ley de Desarrollo Rural Sustentable 2001, en el marco de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

CONSIDERACIONES SOBRE EL MEDIO

En el enfoque kantiano, los no humanos y los no vivientes no caben en el ámbito de lo ético, ya que sólo las acciones humanas tienen relevancia. Por tanto, en esta ética lo que podría justificar los movimientos ambientalistas se da sólo desde el enfoque del valor de la diversidad natural.

Es necesario comprender el medio ambiente y su estudio desde un enfoque contextual y transdisciplinario, que escapa al paradigma científico dominante. Al respecto, Kuhn, en 1972, aseveraba que cuando los fenómenos escapan a la explicación de las categorías científicas vigentes, se construyen formas epistemológicas emergentes para arribar al conocimiento, es decir, se da un cambio en el paradigma científico.

El concepto de medio ambiente se ubica en este contexto, puesto que se da el cambio de la construcción sociohistórica de la *naturaleza* prevaleciente en el industrialismo por otra nueva categoría: la concepción de *medio ambiente* como una explicación de lo vivo y lo no vivo, transitando así de un pensamiento reduccionista mecanicista a uno sistémico y complejo (Morin, 1984).

El “ambientalismo”, desde una perspectiva mecanicista, concibe a la naturaleza como algo compuesto de “objetos” que deben administrarse de modo más eficiente para el uso humano, a partir de la premisa básica de que la humanidad debe dominar a la naturaleza (De Souza, 2002b).

En el pensamiento científico mecanicista las premisas son el conocimiento de generalidades (leyes) para lograr el dominio y control técnico de la naturaleza, su predicción y, en su caso, su explotación

en beneficio del hombre. El conocimiento científico se sustenta en el positivismo, cuya raíz griega, *positum*, hace referencia a los hechos concretos, cuantificables, controlables y predecibles. Todo estudio y sistema de conocimiento que no se base en hechos no existe para la ciencia, no es científico, y por tanto queda fuera del ámbito de su estudio.

El medio ambiente y la crisis ambiental no pueden comprenderse sólo como hechos entendidos y comprobados por la vía experimental. La crisis ambiental es fundamentalmente una crisis civilizacional, pues las causas de los desequilibrios ambientales se identifican como procesos sociales, ya que la expansión tecnológica del industrialismo ha afectado los ecosistemas bajo la noción de desarrollo y progreso.

De esta manera, en una visión del mundo mecanicista, la naturaleza se ha convertido en un ente al servicio del hombre, que se *explota* para la satisfacción de las necesidades de las personas (o mejor, de algunas personas). Por lo tanto, en esta lógica, la naturaleza se conoce, controla y explota sin considerar sus límites, concebidos éstos como la capacidad de los ecosistemas de mantener procesos entrópicos sin desequilibrarlos o destruirlos.

En la visión mecanicista del mundo instrumentada con una ciencia positivista, el entorno natural se somete al poder tecnológico del hombre, es éste quien vence, aunque más bien son unos pocos hombres los que sojuzgan a la naturaleza y también a los otros hombres, pues la lógica de mercado sustentada en una filosofía individualista liberal favorece una dinámica de concentración de poder y bienes en pocas manos. En este contexto, se hace necesaria una *ciencia con conciencia* (Morin, 1984), para que a la degradación ecológica no se sume también la desertificación ética.

En este orden de ideas, ha prevalecido una ética con criterio antropocéntrico, donde se asume que Dios encomendó al hombre el dominio de los animales. Así, para incorporar en el ámbito de la ética a los animales se propone el *derecho de los animales* como nueva concepción filosófica ética, bajo la concepción del derecho de los *vivos sintientes*.

Otra propuesta de ética ambiental parte de los denominados “derechos de las generaciones futuras”. Es decir, la existencia de los derechos de quienes aún no existen pero que también tienen derecho a un espacio vital, aire limpio y condiciones de vida “humana”. Esta ética parte de la premisa de que *no puede hipotecarse el futuro de las generaciones futuras*. Éste es el sustento de las declaraciones de la UNESCO sobre la sustentabilidad.

La concepción de la ética ambiental también se apoya en una visión antropocéntrica, ya que en última instancia el interés de otros vivientes, y en su caso también de los no vivientes, se encuentra comprendido dentro del interés del futuro del hombre. El interés está en las futuras generaciones humanas.

Si de los animales superiores, los sintientes, se avanza a los no sintientes, se incursiona en el umbral, en la frontera de lo moral, y sólo pueden tratarse como cuestiones en el ámbito de la ética, en tanto que los no sintientes y el medio ambiente se contemplan como la morada de los *seres sintientes* para fundamentar un mayor alcance de la ética ecológica (Reagan, 1983).

Como se observa, las disertaciones filosóficas prevaecientes en la cultura occidental que tienen que ver con una ética ambiental se presentan desde diferentes enfoques, y cada vez intentan cubrir ámbitos más amplios.

En la cosmovisión mesoamericana prehispánica se tiene una concepción ética a la que algunos autores llaman una “ética sagrada”, en la que se implica una simbiosis y compatibilidad con la naturaleza. Esta concepción mesoamericana tiene que ver con el concepto del hombre:

Desde Protágoras, la filosofía bajo un enfoque antropocéntrico asumía que el hombre es la medida de todas las cosas. Así, toda ideología, toda filosofía, se sustenta en el concepto que se tenga del hombre. En la sociedad contemporánea se tienen tres conceptos: el *hombre individuo*, el *hombre colectivo* y el *hombre persona* (Gómez, 2009).

El *hombre individuo* se desarrolla en un largo proceso cultural que culmina en el siglo XX con la ideología liberal, y afirma que el hombre es un ser autónomo, independiente. La filosofía del liberalismo sostiene que la esencia del hombre es la libertad, es decir, “no tiene” libertad, sino que “es” libertad.

El *hombre colectivo* se realiza en la ejecución de actos libres en el conjunto de necesidades colectivas para llegar a ser. En torno a esta concepción se desarrolla la utopía del socialismo.

La concepción del *hombre persona* entra en contradicción con la idea individual del liberalismo, que parte de la premisa de que el hombre es libertad, en tanto que en la concepción de hombre persona se parte de la premisa de que tiene libertad.

En la cosmovisión mesoamericana se implica una nueva concepción, la concepción del *hombre cósmico*, que explica la práctica conservacionista y el respeto sagrado a la naturaleza de nuestros ancestros mesoamericanos, ya que permite la percepción original

del ser humano: la de su pertenencia al cosmos y por ende su comportamiento solidario con sus semejantes, con los vivientes y los no vivientes, bajo una ética de la supervivencia basada en la cooperación, la comunicación y la comprensión de la realidad compleja. Por su formación de biólogo, Víctor Toledo (2003), asume este enfoque con una propuesta de *hombre especie*.

¿Unicidad o pluralidad de la racionalidad?

Para construir una nueva sociedad, una sociedad sustentable, es necesario partir de propuestas epistemológicas diferentes de las que han originado la depredación y la actual crisis ambiental y social, por lo que se presentan algunas reflexiones al respecto.

A partir de la década de los años setenta se ha hecho evidente que el paradigma científico occidental no es la última palabra en lo que se refiere al desarrollo humano, por lo que el eurocentrismo empieza a dar espacio a otras culturas de pueblos y civilizaciones que habían sido consideradas como “primitivas” (Ruiz Rivera, 2001).

Hoy se acepta que no existe una, sino múltiples racionalidades (Carrillo Trueba, 2002), todas válidas y complementarias en la interpretación de la realidad, o mejor, múltiples realidades, pues un mismo hecho en función del contexto y del enfoque teórico instrumental con que se observe dará origen a una realidad diferente (Barnechea *et al.*, 1998).

Por casi 300 años se ha mantenido la idea de la unicidad de la ciencia y la racionalidad a partir de “una realidad” objetiva, aséptica ideológicamente. En el contexto del cambio de época, la unicidad de la ciencia ya no responde a todos los cuestionamientos de la sociedad contemporánea, que además de ser multicultural es vertiginosamente cambiante. Hoy se reconoce la pluralidad de la ciencia como constitutivo gnoseológico de la misma, al aceptar diferentes racionalidades a partir de las cuales se pueda arribar al conocimiento (Bueno, 1995).

Enfoque sistémico y orgánico

En el contexto de la pluralidad, la diversidad y la complejidad de la nueva sociedad, las construcciones cognitivas requieren comprenderse bajo el enfoque de una racionalidad orgánica y sistémica. Este enfoque prevalece en las culturas prehispánicas de Mesoamérica (Gómez, 2009).

En un organismo las células, los tejidos, los órganos y los sistemas se encuentran organizados funcional y estructuralmente. Todos los componentes actúan de forma armónica, sincronizada y perfectamente organizada. Ningún órgano atenta o limita la actividad de otro; lo que afecta a uno de sus componentes afecta a todos los demás. Esta complejidad y diversidad de la metáfora orgánica define su organización a través de una *conciencia* que le da identidad, unidad y vida al organismo (Gómez, 2009).

En la concepción orgánica y sistémica que subyace en las cosmovisiones de las culturas prehispánicas mesoamericanas, los conocimientos, ideas, disciplinas y categorías no se pueden comprender a la manera parcelada de la visión mecanicista sustentada en la ciencia positivista. Hoy, sostiene Edgar Morin (2004), se requiere una organización interdisciplinaria que contemple de manera integral y holística diferentes realidades.

En el enfoque de la cosmovisión prehispánica de la naturaleza interactúan armónicamente vivientes y no vivientes, relacionados mediante una “ecología sagrada” (Berkes, 1999) a través de la interacción de subsistemas, sistemas y suprasistemas. Su mejor expresión se da en el sistema de producción mesoamericana conocida como “milpa”, donde hombre y naturaleza concilian intereses en un pacto simbiótico (Alcorn, 1994).

Marco legal para la sustentabilidad agrícola

Una agricultura sustentable requiere de políticas y de un marco jurídico-legal que las privilegie y la haga viable. Dicho marco se da de manera concreta en la Ley de Desarrollo Rural Sustentable de abril de 2001, que viene a reglamentar la fracción XX del artículo 27 constitucional y cumple los mandatos constitucionales de mantener y fortalecer la soberanía y el derecho a un medio adecuado, contemplados en los artículos 25 y 26 de la Constitución.

La Ley de Desarrollo Rural Sustentable hace énfasis en la reconstrucción de capital social, basándose en la participación organizada en comunidades y ejidos, la integración de la organización regional multiactiva y la infraestructura de organización necesaria; proporciona medios para la conservación y el mejoramiento de las tierras y los servicios ambientales, vinculando la aplicación de apoyos con prácticas sustentables; asimismo, enfoca sus políticas hacia la defensa de la diversidad como patrimonio de comunidades y ejidos.

Entre los considerandos de esta ley se observa que

[...] la degradación de recursos naturales es inmensa y el ritmo de deterioro continúa, hasta alcanzar un costo mayor a la propia producción del sector. Que se tienen en las comunidades campesinas como fortalezas: una dotación extraordinaria de recursos naturales, una historia rica que deviene en activos de capital social que van desde las prácticas de autogestión de las comunidades y redes de solidaridad, que se tienen también como fortaleza conocimientos propios del lugar donde se inventó la agricultura, que van desde los profundos y sofisticados conocimientos tradicionales y sincréticos hasta hallazgos científicos de avanzada.

En esta ley también se considera la migración de los jóvenes en busca de mejores oportunidades, cuando las mujeres se quedan como responsables de la producción y la vida de las familias campesinas, y en consecuencia los enfoques de las actuales políticas ya no corresponden a la nueva realidad.

Así, se asume como definición de desarrollo rural sustentable:

El mejoramiento integral del bienestar social de la población y de las actividades económicas en el territorio comprendidos fuera de los núcleos considerados urbanos de acuerdo con las disposiciones aplicables, asegurando la conservación permanente de los recursos naturales, la biodiversidad y los servicios ambientales de dicho territorio.

El objetivo general de esta ley se expresa en su artículo cuarto:

[...] para lograr el desarrollo rural sustentable, el Estado, con el concurso de diversos agentes organizados, impulsará un proceso de transformación social y económica que reconozca la vulnerabilidad del sector y conduzca al mejoramiento sostenido y sustentable de las condiciones de vida de la población rural, a través del fomento de las actividades productivas y de desarrollo social que se realicen en el ámbito de las diversas regiones del medio rural, procurando el uso óptimo, la conservación y el mejoramiento de los recursos naturales y orientándose a la diversificación de la actividad productiva en el campo, incluida la no agrícola, a elevar la productividad, la rentabilidad, la competitividad y el empleo en la población rural.

Como objetivos particulares, se contemplan en esta ley, entre otros:

[...] contribuir a la soberanía y seguridad alimentaria de la nación, mediante el impulso de la producción agropecuaria del país; fomentar la conservación de la biodiversidad y el mejoramiento de la calidad de los recursos naturales, mediante su aprovechamiento sustentable [y también] valorar las diversas funciones económicas, ambientales, sociales y culturales de las diferentes manifestaciones de la agricultura nacional (artículo 5, fracciones III, IV y V).

[Asimismo], incrementar, diversificar y reconvertir la producción para atender la demanda nacional y fortalecer y ampliar el mercado interno además del externo (artículo 7, fracción III).

Los criterios para los apoyos a las acciones encaminadas al desarrollo rural sustentable son “la equidad social y de género, integridad, productividad y sustentabilidad” (artículo 6).

Considerando a la mujer y la familia como factores del desarrollo rural sustentable, entre sus acciones se propone un programa especial concurrente que fomenta, entre otras acciones,

[...] la equidad de género, la protección de la familia, el impulso a los programas de la mujer y los jóvenes, la protección de los grupos vulnerables, el impulso a la cultura y al desarrollo de las formas específicas de organización social y capacidad productiva de los pueblos indígenas [...] (artículo 15, fracciones X y XII), [así como] el fomento a los sistemas familiares de producción (artículo 32, fracción VII).

En el apoyo a la reconversión productiva, uno de los impulsos que privilegia es “la constitución de empresas de carácter colectivo y familiar, o que generen empleos locales” (artículo 59, fracción I). También señala esta ley que los apoyos deben orientarse entre otras prioridades a “la construcción de empresas de carácter colectivo y familiar” (artículo 71, fracción III). Los programas financieros tendrán como políticas financieras criterios de equidad de género y apoyo a grupos vulnerables (artículo 118). En cuanto a la organización económica, se tendrá entre sus prioridades “el fortalecimiento de las unidades productivas familiares y grupos de trabajo de las mujeres y jóvenes rurales” (artículo 144, fracción IX).

Como algunas estrategias de sustentabilidad, se propone

[...] la preservación y recuperación de las prácticas y los conocimientos tradicionales vinculados al aprovechamiento sustentable

de los recursos naturales, su difusión, el intercambio de experiencias, la capacitación de campesino a campesino, respetando usos y costumbres, tradición y tecnologías en el caso de las comunidades indígenas.

Esta ley también hace énfasis en la sostenibilidad económica, cuando en el artículo 54, fracción VII, propone “fomentar la producción hacia productos con oportunidades de exportación y generación de divisas [...]”. Este énfasis se complementa cuando se legisla el apoyo para incorporar cambios tecnológicos para

[...] mejorar los procesos de producción en el medio rural; desarrollar economías de escala; adoptar innovaciones tecnológicas; mejorar la calidad de los productos para su comercialización; mejorar la estructura de los costos (artículo 56, fracciones I, II, III, VII y IX).

Los beneficiarios de la ley son los comuneros, ejidatarios y pequeños propietarios, jornaleros agrícolas, es decir, el sector más vulnerable dentro del sector primario, entre ellos los minifundistas; así se manifiesta en su artículo 66: “En todo caso, se atenderá en primer término a los productores que tengan hasta diez hectáreas de riego o su equivalente”.

Al hacer referencia al financiamiento, se menciona en el artículo 116 que “tendrán preferencia los pequeños productores y agentes económicos con bajos ingresos”.

En síntesis, puede afirmarse que la Ley de Desarrollo Rural Sustentable sostiene como criterio rector del fomento de las actividades productivas del agro mexicano a la sustentabilidad (artículo 164), y que el espacio donde ésta se desarrolla es en especial el ejido, la comunidad y la pequeña propiedad (el minifundio).

Minifundio y sustentabilidad

Hasta hoy, bajo una ideología neoliberal que deriva en una visión de mercado, el minifundio ha sido descalificado, considerándolo como sinónimo de retroceso en el ámbito de la modernización. Sin embargo, bajo la premisa de la construcción de una sociedad sustentable, el minifundio presenta una serie de fortalezas, entre las cuales destacan tres: la familia, el género y una cultura milenaria que se manifiesta en los saberes tradicionales.

- La familia

En las familias indígenas y campesinas, una de sus fortalezas se sustenta en los fuertes lazos familiares que se expresan por medio de la solidaridad afectiva, moral y económica, permitiendo enfrentar tanto los embates de la naturaleza como los de la sociedad, que se dan por las crisis sociales expresadas en desigualdad, marginación, exclusión y pobreza en el agro.

Históricamente, en México, y de manera especial en el agro, la familia ha sido un factor importante de cohesión y núcleo de defensa y resistencia ante la aculturación y la pérdida de valores, tradiciones y cultura endógena. Por otro lado, la familia se ha constituido también como la organización económica tradicional en la cultura rural. La estructura organizativa familiar presenta diversas modalidades en función de cada contexto cultural.

- El género

En las últimas décadas, el impacto de las políticas agropecuarias dictadas desde el exterior ha propiciado cada vez menos oportunidades en el campo y un mayor empobrecimiento, por lo que los jóvenes campesinos se ven obligados a emigrar hacia las grandes ciudades o a Estados Unidos, en busca de mejores oportunidades. De esta manera, muchas comunidades rurales marginadas se encuentran habitadas por mujeres, ancianos y niños.

En este contexto, se ha expresado el potencial de organización, producción y disciplina de las mujeres, quienes a falta de hombres han asumido el papel de jefes de familia y de protagonistas de la producción y la nueva economía campesina. Así, se asume en los considerandos y artículos de la nueva Ley de Desarrollo Rural Sustentable que, entendiendo esta nueva realidad, apoya y privilegia las actividades y organizaciones de mujeres.

- Cultura y saberes

El minifundio es el espacio social donde la cultura ancestral prehispánica, bajo una racionalidad sistémica y contextual, se ha mantenido por miles de años. En el libro *Saberes agrícolas tradicionales: su incorporación a la educación agrícola*, Gómez Espinoza (2006) analiza algunas características de esta cultura a través de los saberes agrícolas tradicionales. En dicho documento se enuncian como características de los saberes tradicionales la especificidad de éstos, la supervivencia como objetivo y su evolución en el tiempo:

- *Especificidad*. Es decir, estos saberes son específicos para cada región o agrohábitat, por lo que responden a las condiciones de cada entorno; de ahí su riqueza y diversidad.
- *Su objetivo es la supervivencia*. Los saberes agrícolas tradicionales tienen el objetivo de asegurar la alimentación de la familia campesina, aun en condiciones limitantes, con diferentes estrategias, entre las que se encuentran la biodiversidad y la conservación.
- *Evolución*. Los saberes agrícolas tradicionales evolucionan paralelamente con los cambios sociales, culturales y ecológicos a través del tiempo.

De esta manera, los saberes agrícolas tradicionales responden a las condiciones de cada agrohábitat, considerando sus elementos de fisiografía, suelo y clima. Se constituyen como estrategias de supervivencia, que se expresan en un *corpus* de conocimientos sobre clima, biodiversidad y conservación del suelo.

En las comunidades indígenas y campesinas se manifiesta un amplio bagaje de saberes y conocimientos sobre los comportamientos fisiológico y genético de las plantas a través de saberes agrícolas tradicionales, los cuales, de manera holística y sistémica, se expresan en las prácticas agrícolas de producción de maíz criollo y sus asociados en la milpa.

Los saberes agrícolas tradicionales, mediante este enfoque, representan fortalezas de las comunidades indígenas y campesinas bajo el paradigma de la agricultura sustentable, a través de la agroecología campesina, por lo que se propone su socialización en las instituciones de educación agrícola superior al incorporarlos en los programas de estudio.

Sin embargo, sin considerar las enseñanzas de la historia, las políticas del país no han privilegiado un modelo de desarrollo sustentado en la suficiencia alimentaria a partir de las fortalezas y oportunidades de factores culturales milenarios endógenos, como se hace con éxito en otras latitudes.

LA AGRICULTURA, ¿QUÉ RUMBO TOMARÁ?

Desde los últimos años del siglo XX ha habido cambios vertiginosos en la ciencia y la tecnología, así como en las estructuras institucionales de la política y la economía, y en prácticamente todas las actividades del hombre. Esta velocidad de cambios en ámbitos tan

diversos no corresponde con lo que en algún momento se identificó como una *época de cambios*, sino más bien con lo que De Souza Silva (2002) define como un *cambio de época*.

A lo largo de la historia, los cambios de época se han caracterizado por la vulnerabilidad en todas las construcciones y estructuras sociales: políticas, económicas, de poder, ideológicas, paradigmáticas y aun epistemológicas. De aquí que en la génesis del actual cambio de época, todo se encuentra vulnerable. Incluso la ciencia (occidental) como estructura sólida y más confiable de la sociedad contemporánea se encuentra hoy cuestionada, ya que que sus premisas de predictibilidad y manejo de los fenómenos naturales por medio de la objetividad, unicidad metodológica, asepsia de intencionalidad e ideológica, a través de las leyes de la física y la química, se encuentran hoy rebasadas.

En los fenómenos naturales, la vulnerabilidad se expresa de manera dramática a través de una crisis ambiental cuya expresión por el llamado “efecto invernadero” se manifiesta con respuestas cada vez más violentas por parte de la naturaleza, en ciclones cada vez más frecuentes y devastadores de niveles IV y V, o en terremotos y tsunamis que cobran cientos de miles de vidas humanas.

En el contexto del actual cambio de época, la vulnerabilidad se amplía a los fenómenos sociales, como el crecimiento poblacional, la inseguridad y ciertas disparidades que dan como resultado situaciones de desigualdad y pobreza extrema que, lejos de disminuir, aumentan la brecha entre unos pocos que tienen todo y una inmensa mayoría que tiene poco o nada. Algunos elementos de este contexto social a escala global y local se enuncian a continuación:

- 1) Una clara tendencia hacia la economía del Tercer Mundo como uno de los rasgos sustantivos de los inicios del tercer milenio. Se estima que para el año 2015, en México, sólo de cinco a diez por ciento de la PEA se ubicará en el sector primario. La mayoría estará en el sector terciario. Esto implica una sociedad de mayor consumo y, en consecuencia, una sociedad depredadora por necesidad.
- 2) Adelgazamiento del Estado con miras al ingreso a la globalización (se globaliza el mercado, no los valores como la solidaridad, la equidad, la tolerancia), donde conceptos como soberanía e identidad resultan obsoletos ante la visión mercantilista del mundo, que junto con la visión mecanicista hoy son dominantes.
- 3) Envejecimiento de la población nacional. Este fenómeno se había ya manifestado en el siglo pasado, principalmente en

países europeos, y hoy es una tendencia global. La tendencia poblacional piramidal adopta hoy una figura cuadrática.

- 4) En lo referente a la agricultura, se asumen dos tendencias: una hacia la sustentabilidad, puesto que no se puede sostener la alimentación mundial con una agricultura depredadora en el contexto de la crisis ambiental; la otra, hacia una agricultura de alta precisión. Ambas son alternativas complementarias en la respuesta a las necesidades de alimentación del planeta.

Con respecto a las posibles prospectivas para la agricultura del futuro mediato, será necesario responder algunas cuestiones que se vienen en cascada:

- ¿De qué manera ha influido el contexto histórico-social, económico y ecológico en el desarrollo y el enfoque de la ciencia agrícola?
- ¿Se puede explicar el actual desarrollo de la ciencia agrícola en función de las visiones de la agricultura prevaletentes en cada época histórica?
- ¿La insuficiencia alimentaria y la pérdida de la soberanía nacional, se pueden explicar a partir de los enfoques ontológicos, epistémicos, metodológicos y axiológicos que responden a la visión dominante en la ciencia?
- ¿La ciencia, y en particular la ciencia agrícola, como construcción social, se puede deconstruir y reconstruir en función de un futuro deseable y pertinente?

La historia es una fuente de enseñanza (si se estudia y se toma en cuenta) para no cometer los mismos errores del pasado; es decir, se concibe a la historia como la experiencia colectiva del hombre, integrada por la interacción de sus experiencias individuales.

Desde este enfoque, la historia nos enseña que en el agro mexicano se han venido presentando, a lo largo de su historia contemporánea, dos enfoques con otros tantos escenarios:

- 1) El enfoque productivista, que se expresa en la llamada agricultura moderna.
- 2) El enfoque social que tiene como escenario la agricultura tradicional campesina.

Las políticas agropecuarias privilegian el enfoque productivista.

En el periodo posrevolucionario, durante el Maximato callista, se concibe el desarrollo agrícola a través de la modernización de la agri-

cultura, creando las grandes obras hidráulicas, las cuales eran detentadas por particulares, por lo que las políticas agropecuarias se dirigen al enfoque productivista.

Más tarde, a inicios de los años cuarenta, en el contexto de la Segunda Guerra Mundial, México se convirtió en exportador de alimentos al vecino país del norte. Para satisfacer las crecientes necesidades de exportación de productos agropecuarios, en 1943 solicitó la colaboración de científicos estadounidenses bajo el modelo *landgrant* de enfoque productivista, a través de la Oficina de Estudios Especiales.

Casi paralelamente, en 1946 se inició el Instituto de Investigaciones Agrícolas, bajo la dirección de Edmundo Taboada Ramírez, donde no sólo se consideró el incremento en rendimiento, sino también el enfoque social.

Al respecto, Baldovinos de la Peña, uno de los protagonistas de la ciencia agrícola en México, menciona:

La ciencia agronómica quedó atrapada entre dos corrientes: una local nacionalista y otra norteamericana productivista, por lo que se formaron dos escuelas de investigación: la social y la escuela pragmática productivista.

En los años cincuenta y sesenta, con el arribo y la consolidación de la revolución verde, acorde con el modelo agrícola estadounidense, la estrategia productivista se consolida con políticas *ad hoc*.

Así, las necesidades de exportación en los años cuarenta, el desarrollo de la infraestructura hidráulica y la revolución verde, favorecieron políticas agropecuarias que han privilegiado una investigación y educación productivista en el sector primario, propiciando más un desarrollo *en* México que un desarrollo *de* México, en lo que respecta al sector primario de la economía.

Concibiendo a la historia como una construcción social, se puede hablar del proceso de *la construcción histórica de la agricultura*, dado que las construcciones sociales se definen en función de la concepción que se tiene del hombre (hombre individuo, hombre colectivo, hombre persona). En el contexto del actual cambio de época y de una crisis ambiental, es pertinente asumir una nueva concepción: la de *hombre cósmico*, que enmarca la respuesta necesaria donde la ciencia, y en particular la ciencia agrícola, tiene como fin la supervivencia de la especie en el contexto de la supervivencia planetaria.

Coincidiendo con Víctor Toledo (2002), este enfoque tiene que ver con la disminución de desigualdades al asumir la conciencia

de solidaridad con los semejantes (vivientes y no vivientes), y de justicia como inherente a la conciencia de especie misma, que en la visión mesoamericana amplía su espectro a la conciencia cósmica.

El paradigma bajo el cual se desarrolle el tipo de agricultura que predomine en el futuro próximo estará en función de cuál sea la visión del mundo con que se comprometa la sociedad para interpretar la realidad y actuar sobre ella. Cada visión del mundo conlleva premisas y compromisos ontológicos, epistemológicos, axiológicos y metodológicos diferentes.

De Souza Silva (2002b) identifica tres visiones del mundo que luchan por prevalecer. Sus características son:

- *Visión mecánica.* Ha prevalecido desde la época del industrialismo (siglo XVIII), y su metáfora es *la máquina*. La agricultura, bajo esta visión, es una máquina de producir alimentos. Esta visión mecánica, influida por la revolución tecnológica de la información, genera una máquina más sofisticada para predecir y controlar mejor: la agricultura de precisión.
- *Visión económica.* Esta visión tiene como metáfora *el mercado*. La agricultura se reduce a ser una proveedora de alimentos y materias primas para la agroindustria y el desarrollo de una agricultura competitiva.
- *Visión holística.* Sugiere como metáfora *el sistema* complejo, dinámico, multidimensional, interdependiente. La agricultura es un sistema que refleja las características de la sociedad donde se desarrolla y propone una agricultura sostenible que tiene como fin la mejora de las condiciones de calidad y el nivel de vida de la mayoría, pero en sintonía con la sostenibilidad del planeta.

Estas tres visiones tuvieron su génesis en tres revoluciones que se han dado desde mediados del siglo XX:

En función de estas tres diferentes visiones del mundo, De Souza Silva sugiere algunos escenarios posibles de la agricultura del futuro, que se sintetizan a continuación.

Escenario de la visión mecanicista. Su estrategia estará vinculada al concepto de eficiencia; la racionalidad instrumental alienará a los profesionales como recursos humanos, reduciéndolos a piezas del engranaje de la máquina de producir alimentos. La agricultura se asumiría como realidad objetiva, regida por las leyes naturales y mecanismos inmutables. La generación del conocimiento estará en función del descubrimiento de leyes y mecanismos “naturales”

que rigen la realidad, independientes de las percepciones. Así, bajo esta visión, la realidad no puede ser transformada, sólo conocida y en su caso explotada.

Escenario de la visión económica. Su racionalidad se deriva de la lógica de las leyes del mercado (oferta-demanda); su paradigma, la competitividad y el utilitarismo; sus estrategias se asocian al retorno económico máximo; su entorno lo integran los mercados como una realidad concreta, objetiva e independiente de nuestra percepción, decisión o acción. Sus conceptos clave: mercado, competitividad, calidad, ciclo de vida, proveedores, productores, individualismo, competidores, consumidores, inversionistas, liberalización, privatización, desreglamentación, globalización. La realidad es transformada en función de las leyes del mercado: la oferta y la demanda.

Escenario de la visión holística (de contexto céntrico o constructivista). En este escenario se propone una agricultura sustentable; prima la solidaridad, el compromiso y la construcción colectiva. La generación del conocimiento se asocia a la comprensión de procesos complejos integrados y contextualizados. La realidad como construcción social puede deconstruirse y reconstruirse. Su estrategia se asocia con el concepto de sostenibilidad. Su entorno es el gran sistema (planeta, país, sector) que articula a varios subsistemas. Entre sus conceptos clave están: el sistema, interacciones, relaciones de poder, implicaciones, negociación, equidad, contradicciones, solidaridad, percepción.

Construyendo una agricultura para el futuro deseable

En la construcción de la historia de la agricultura para un futuro deseable, a partir de las enseñanzas de la historia y de las acciones sociales del presente, se asumen tres supuestos a manera de premisas:

- a) El compromiso de la sociedad actual con una visión holística del mundo.
- b) La premisa de la *no inevitabilidad de la historia* que sustenta Isaiah Berlin cuando explica que ésta “pudo no ocurrir como ocurrió, o incluso que pudo ocurrir de otra manera”. Bajo esta premisa, la historia no sólo no es inevitable, sino que como producto social se construye desde las historias individuales y, por tanto, las tendencias pueden deconstruirse y volver a construir otras socialmente consensuadas.

- c) Una conciencia y una actitud constructivista que se traduzca en la construcción de la historia deseable, es decir, en la construcción de una nueva utopía social cuyas características se traduzcan en una sociedad solidaria, productiva, creativa y sustentable.

Desde estas tres premisas, se estima que en la prospectiva de la agricultura, no obstante las tendencias actuales que amenazan la supervivencia de la especie y del planeta mismo, pueden revertirse dichas tendencias para reconstruir otras nuevas, pertinentes y deseables.

En consecuencia, en el contexto de las crisis ambiental y social de inicios del tercer milenio que ponen en peligro la supervivencia del hombre como especie, y aun del planeta mismo, es necesaria, factible y pertinente, la reconstrucción de la historia de la agricultura a partir de las acciones sociales del presente, considerando las enseñanzas del pasado.

Bajo estas premisas, el futuro de la agricultura no se da en el contexto determinista de la historia, sino más bien se concibe como un proceso, el proceso de la construcción social del futuro. Así, el futuro de la agricultura será un producto no terminado, siempre en construcción, resultante de la aplicación de las enseñanzas de la historia a las acciones sociales del presente para la construcción del futuro deseable.

Este proceso de construcción, que supera el determinismo histórico, implica necesariamente la corresponsabilidad colectiva e individual en el ámbito de la libertad para actuar o no actuar en esta construcción. Este enfoque tiene como restricción la voluntad, y con la acción colectiva *sine qua non* será posible dar un rumbo deseado a la construcción de nuestra historia, y en el caso que nos ocupa, de la historia de la agricultura.

La milpa, ¿un modelo sustentable?

Las regiones agrícolas más pobres de México se caracterizan por depender de la producción de un temporal mal distribuido y errático, donde se presentan granizadas, heladas tempranas y tardías (noviembre a marzo), suelos erosionados y bajo nivel de fertilidad. Los campesinos e indígenas de estas regiones siembran bajo el sistema de producción agrícola prehispánico conocido como milpa, que se caracteriza por la siembra de semillas criollas de maíz,

asociadas con otras especies como haba, fríjol, chile, calabaza y jitomate, usando técnicas ancestrales basadas en el conocimiento milenario de la naturaleza con poco impacto sobre el medio. Los protagonistas son los indígenas y los campesinos más pobres.

La producción en estas condiciones es baja y se destina principalmente a la satisfacción de las necesidades alimentarias de la familia.

Los saberes sobre prácticas agrícolas en estas regiones están acordes a sus necesidades específicas tanto sociales como económicas y medioambientales, y les permiten un mínimo de producción aun en las condiciones más limitantes.

Otra característica de las técnicas agrícolas tradicionales es su impacto leve sobre el entorno.

Sin embargo, en las universidades e institutos de enseñanza agrícola superior se imparte un enorme bagaje tecnológico para altos rendimientos con sistemas cada vez más sofisticados, pero con poca pertinencia para las condiciones locales específicas desde los espacios ambiental, social o económico y cultural de estas comunidades pobres e indígenas del país. En las universidades del país no se estudia ni se investiga sobre los saberes agrícolas tradicionales de manera sistemática.

Gómez y Baldovinos insisten en que los conocimientos teóricos modernos y los tradicionales de los campesinos deben empatarse y ser simbióticos. Proponen, además, que se incluyan en los currículos de las escuelas superiores de agricultura.

Con miras a una agricultura sustentable, es necesario rescatar, mantener y estudiar los saberes y conocimientos de la tradición local que se han venido transmitiendo de generación en generación desde hace casi seis mil años. Sin embargo, debido a la fuerte migración de la población joven a las grandes ciudades y a Estados Unidos (se estima una cifra de 500 mil al año), el eslabón de transmisión de todo este acervo de conocimientos tradicionales agrícolas está por romperse.

- Los escenarios de la agricultura nacional

El territorio nacional, con entornos tan diferentes, presenta un mosaico ecológico, social, económico y cultural muy rico. De aquí que el agro nacional muestre una diversidad de escenarios. Sin embargo, se pueden categorizar dos grandes escenarios de manera muy general.

Un primer escenario es el del productor que siembra bajo condiciones de riego, usa tecnologías modernas del paquete tecnológico y también de frontera, aprovecha las ventajas comparativas, tiene acceso al crédito y cuenta con buen nivel de organización.

La actividad agrícola en esta situación se concibe como una empresa rentable, generadora de empleos y divisas. En ésta, el productor se inserta eficientemente en los mercados local, nacional o globalizado.

En el segundo escenario se ubica el productor tradicional, el de subsistencia, el más pobre, que generalmente es el productor indígena. En éste se usan tecnologías tradicionales, no se tiene acceso al crédito ni a la organización, ni excedentes para ofertar al mercado. La producción se destina al autoconsumo.

De manera muy general y esquemática, éstos son los dos escenarios en el agro nacional.

En función de ellos, también se contemplan otras tantas estrategias de crecimiento y desarrollo. De esta manera, para el desarrollo del primer escenario se cuenta con las semillas mejoradas de la revolución verde, incluyendo las semillas transgénicas, paquetes tecnológicos, sistemas de riego y fertilización altamente eficientes, biotecnologías de frontera, asesorías, tratados comerciales internacionales como el TLC, y otras oportunidades. Además, el nivel de organización de los actores de este escenario les permite un acceso rápido a créditos blandos y a mercados permanentes y confiables.

Para este productor moderno, empresario agrícola, la globalización y el uso de las ventajas comparativas, aunados a los elementos tecnológicos, le garantizan alta rentabilidad a su inversión, sobre todo en la producción de frutales, flores y hortalizas.

Los productos básicos no se privilegian en el primer escenario, debido a la baja rentabilidad, sobre todo del maíz, cuyo costo de producción está por arriba del internacional.

Las políticas agropecuarias del país fomentan programas de apoyo para este nuevo tipo de empresarios, les da la oportunidad de capitalizarse y ser más productivos.

En el otro extremo se encuentra el escenario del campesino tradicional, que sólo pretende la subsistencia al producir su alimento básico, el maíz, para poder subsistir todo un año.

Para este productor, indígena en su mayoría, no importa que los precios internacionales no hagan rentable la producción de este cereal. Al fin de cuentas, él no produce para el mercado, por lo que los precios le son irrelevantes.



Con inteligencia, paciencia y cariño, el indígena cultiva el maíz

A partir de la comunicación y la convivencia continua con los actores de este escenario se identifican y se sugieren algunas estrategias que pueden impactar en el desarrollo rural de los indígenas de México:

- Incrementar el rendimiento del maíz mediante el uso de tecnologías adecuadas a las condiciones de producción de los maiceros temporaleros, bajo un concepto distinto al modelo de la revolución verde, que considere la cultura y los recursos, así como los modelos de producción tradicionales.
- Mejoramiento genético de maíces criollos por medio de un doble sistema de selección y mejoramiento: uno con elementos del método científico, y otro con los sistemas de selección y mejoramiento de los productores indígenas que han venido utilizando desde hace ya varios miles de años. Se sugiere que el proceso de mejora genética del maíz criollo se realice *in situ*.
- Promover y desarrollar la producción de maíces especializados que tienen un sobrepeso en el mercado nacional y el internacional, como el cacahuazintle, el maíz pozolero, el zapalote, el maíz prieto, etcétera.
- Rescatar tecnologías tradicionales para su incorporación a los currículos de las instituciones de enseñanza agrícola supe-

rior, donde se estudien sus fundamentos y se investigue para su mejoramiento y aplicación en la producción agrícola nacional.

- Generar políticas de apoyo efectivo y directo a la microindustria social maicera, que dé valor agregado a este producto, como la transformación y/o presentación de maíz pozole-ro, totopos, artesanías, etcétera.

En muchas partes del territorio nacional se sigue sembrando con una práctica tradicional. A partir de investigaciones en el estado de Morelos, se observó un sincretismo de prácticas tradicionales locales con la agricultura moderna.

En los Altos de Morelos, donde la producción depende del temporal de lluvias, la práctica agrícola tradicional se sustenta en el sistema de milpa, heredado por los ancestros desde hace más de cinco milenios. Aún se conservan, junto con tradiciones, rituales, creencias y mitos que reflejan una cosmovisión ancestral prehispánica.

El común denominador de estas tecnologías tradicionales es la producción sustentable con poco impacto sobre el entorno. Es decir, no contaminan ni erosionan el suelo y conservan la biodiversidad a través de la siembra de las semillas nativas o criollas, junto con otras especies de granos e incluso arvenses.

Un sistema tecnológico que practican casi todos los campesinos del país es el agroecosistema conocido como milpa, en el cual se siembran dos o más variedades de maíz asociadas con otros cultivos. Los más conspicuos en este sistema son frijol, calabaza, haba, chile y jitomate. De acuerdo con varios autores, se han identificado milpas con más de 20 especies diferentes.

A la luz de los conceptos científicos modernos, el modelo de milpa campesino es muy eficiente como técnica. De manera muy sintética intentaremos explicar por qué.

La asociación más practicada en las milpas indígenas mexicanas es la de maíz y frijol. En esta asociación, que más bien es una simbiosis, la planta de maíz sirve de soporte a la del frijol, sin competir mutuamente por luz o espacio. A su vez, en las raíces del frijol se desarrollan colonias de bacterias del género *Rhizobium*, que tienen la propiedad de fijar el nitrógeno atmosférico y fertilizar el suelo con este abono de forma natural.

Por otro lado, al crecer juntos el maíz y el frijol se cubre rápidamente la superficie del suelo con la vegetación productiva; así, el agua y los vientos fuertes no arrastran fácilmente el suelo, con lo que la erosión disminuye de forma considerable.

También, al cubrirse rápidamente el suelo con el maíz y el frijol, se “sombrea” las malezas; esta condición limita el crecimiento de las plantas verdes (pues necesitan la luz para realizar la fotosíntesis), por lo que no pueden crecer o lo hacen con dificultad. Así, los daños por el efecto de las malezas es menor.

Los perjuicios que ocasionan las plagas y enfermedades hacen necesaria la aplicación de productos químicos para la prevención y el control de estos microorganismos, invirtiendo en promedio de 30 a 40 por ciento de los costos del cultivo en la agricultura moderna, amén de los daños de la contaminación ambiental.

En la agricultura tradicional bajo el sistema de milpa, al sembrarse en condiciones de policultivo (diferentes especies y variedades en una misma área, el área de la milpa), los insectos y los patógenos no se comportan ni se desarrollan como plagas o como enfermedades, ya que al no haber una sola especie o variedad, no hay un solo tipo de comida que favorezca el desarrollo logarítmico de estos microorganismos e insectos, que lo hacen dentro de ciertos límites. Incluso, algunos insectos pasan a formar parte de la dieta indígena, como los gusanos del maíz y los chapulines. Además, enfermedades como el hongo *Hustilago mayidis*, mejor conocido como huitlacoche, son utilizadas como parte de la dieta campesina: se consumen ricas quesadillas de huitlacoche.

Otro sistema de producción prehispánico, posiblemente el más productivo de Mesoamérica, que se complementa con el modelo de milpa, es el sistema de chinampas, que se practicó principalmente en el sur del valle de México. Aún se utiliza en pequeña escala en Xochimilco.

Don Delfino Gómez Pacheco, cronista de Huitzilac (don Delfino, aunque nació en Huitzilac, tiene una ascendencia xochimilca por la vía paterna), nos concedió amablemente una entrevista que inició comentando la forma como su padre, xochimilca de la más pura cepa, se estableció en Morelos. Narra don Delfino que cuando la división del general Pacheco tomó el poblado de Xochimilco, el general llevaba consigo a su hija menor para que conociera la capital. Cuando la bella y tímida joven provinciana, de largas y gruesas trenzas, se percató de la presencia de un joven alto y fuerte que sobresalía entre los demás paisanos, quien la miraba con insistencia, una mirada de reojo y el esbozo de una sonrisa fueron suficientes para que el joven xochimilca se uniera a la división Pacheco y desde entonces y hasta el último aliento de su vida, no dejara de llamar a la hija del general, “mi piquito de oro”.

Don Delfino, a sus 87 años conserva una gran agilidad física y lucidez mental. Al empezar a responder los cuestionamientos de la

entrevista guardó unos segundos de silencio expectante, su mirada pensativa y franca quedó por unos momentos fija en el horizonte, como mirando sin ver, al cerro de Huitzilac por donde ya se ocultaba el sol. Su mirada estaba hurgando en un lugar indefinido de sus años mozos e infantiles, cuando con su padre iba de Xochimilco al mercado de Mexicalcingo a vender los elotes, jitomates, espinacas, quelites y calabacitas, el producto de sus chinampas. “Se hacían como dos horas en la trajinera (canoa grande de 1.50m de ancho por casi 10 de largo)”.

“Se producía de todo, todo el año”, nos explicó don Delfino.

Sembrábamos en las chinampas que nuestros ancestros construyeron. Estas chinampas se construyeron, ganándole terreno al lago, acumulando, ramas, lodos, “guachinango” (lirio acuático) y “tlazole” (hierba endémica parecida al confeti).

Las tierras ganadas al lago se denominan chinampas y se constituyen como las parcelas donde sembraban los xochimilcas. Tenían forma rectangular y se llegaba a ellas a través de los canales en canoas, nos explicó don Delfino.

En estas parcelas, enclavadas en el lago, se sacaban cuatro o cinco cosechas al año. Para lograr esto,

[...] no se sembraba la semilla directo sobre la chinampa. Se hacía primero una especie de almácigo con lodo del fondo del canal, que se dejaba orear un par de días y se cortaba después este lodo con unas cuchillas especiales formando cubitos de tierra fértil llamados “chapines”, en donde se depositaban las semillas que se dejaban crecer de 20 a 30 días, dependiendo del tipo de planta.

Los chapines (semejantes a pequeñas macetitas) se trasplantaban en la chinampa, donde terminaban su ciclo en dos o tres meses más.

Recuerda don Delfino que en el invierno protegían a los cultivos de las heladas con “torchimales” (pequeñas cubiertas construidas con paja trenzada) que colocaban todas las tardes invernales sobre cada una de las plantas. Hoy sabemos que las heladas por radiación son más peligrosas, y la práctica de los torchimales, protege bien de este tipo de heladas.

Algunos indicios de este sistema chinampero, sobre todo el trasplante para optimizar el uso del suelo y el agua, aún se recuerda y hasta se practica por algunos ancianos de los Altos de Morelos.

- Otras técnicas agrícolas en los Altos de Morelos

Como resultado de tres siglos de colonización, muchas prácticas tradicionales se modificaron en un sincretismo de la agricultura indígena tradicional y la agricultura española. Sin embargo, estas prácticas sincréticas se caracterizaron por asumir técnicas de conservación y biodiversidad.

“El rastrojo no se quemaba, se incorporaba al suelo pasándole dos rastras para que se pudriera y se diera materia orgánica al suelo”, nos comentaron habitantes de origen indígena de la comunidad de Santa Catarina, municipio de Tepoztlán.

Para surcar se procuraba hacer los surcos dando salida al agua: “que no salga muy rápido, ni muy despacio”, comentó don Luis Monreal, de Totolapan,

[...] para que no se encharque en la milpa, porque si no, el agua rompe los surcos y hace tremendas barrancotas. La parcela debe tener sus “apantles” bien hechos para que salga el agua. Esto me lo dijo mi tío cuando me enseñó a arar.

“Para asegurar la cosecha en años de mal temporal se sembraban semillas de ciclo corto que dan pocas cargas, junto con semillas de ciclo largo que dan muchas cargas”, continuó don Luis Monreal, de Totolapan.

Esta práctica de la biodiversidad como estrategia de sobrevivencia no sólo se practica en los Altos de Morelos, también se realiza tierras abajo. Por ejemplo, en San Andrés de la Cal (municipio de Tepoztlán), acostumbraban sembrar el maíz *tepalcingueño*, que presenta un ciclo de 180 días, junto con el *costeño* o el *ancho*, cuyo ciclo es de sólo 120 días. El primero, aunque tarda más, es muy rendidor y se da con buen temporal, en tanto que los otros dos, aunque no rinden mucho, sí dan cosecha, aunque sea poca, sin importar que las lluvias sean irregulares y se retiren temprano. Pero si el temporal es bueno, entonces se cosecha también el *tepalcingueño*, que cuando se da, se recogen muchas cargas y hasta se puede vender el excedente a los vecinos o en el mercado local.

Ésta es la lógica de los campesinos temporaleros tradicionales, quienes buscan asegurar primero el sustento familiar de todo el año.

La milpa se sembraba con maíz, calabaza y frijol, y a veces con jitomate o chile. Se tenía cuidado, en especial con la calabaza, de que tuviera una separación de cinco a diez matas entre las de maíz,

para que no compitieran. Al respecto, don Godofredo dice: “se siembra maíz, calabaza y frijol, pero no en todas las matas sino salteadito. Si no, no se da ni maíz ni calabaza”.

Para fertilizar se usaba el estiércol natural de las yuntas, acémilas, caballos o bueyes. El abono se aplicaba “mateado”.

Se hacían tres tierras o cultivos (actualmente se dan dos labores de cultivo o “aporques”): uno como a los 25 días después de la siembra, otro a los 60, y un último que se llamaba “cajón” como a los 70 días. Esta última labor ya no se hace, dicen los lugareños.

En la primera tierra no se enterraba mucho el arado, para no romper las raíces, y se fertilizaba con estiércol bien reposado, mata por mata.

En la segunda tierra se enterraba un poco más el arado, y con el azadón se hacía un montón grande en cada mata. El montón era como de 40 centímetros, nos comentó don Luis Monreal. No siempre se fertilizaba en esta segunda tierra.

Respecto a la tercera tierra o “cajón”, don Godofredo explica:

[...] se hacía con yunta de bueyes. Después de la segunda, se daba el “cajón”. Se hacía con arado de madera; se le ponía una “orejera” que se abría con una tabla para quedar como un avión que empujaba la tierra haciendo un lomo muy bonito. Se daba el “cajón” cuando la milpa ya estaba “banderillando”.

Luis Monreal aseveró: “Los abuelos decían que con el ‘resuello’ de los bueyes le daba vigor a la milpa, y esa energía era con la que el maíz crecía. Yo le digo todo esto porque lo hice”.

Los maiceros de San Andrés explican:

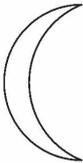
En las partes más “laderudas” no se cultivaba con yunta, se sembraba a coa y también en los terrenos mas pedregosos, donde no podía entrar el arado, se sembraba en “tlacolol”, allí, nomás se ponían las semillitas junto a una piedrita y se le beneficiaba una o dos veces, desyerbando a mano. Solita crecía la milpa.

- Saberes para determinar cuándo sembrar

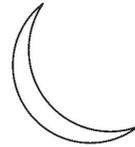
Como el indígena y el campesino tradicional dependen del temporal de lluvias para la siembra del maíz, desde hace muchas centurias han aprendido a observar el comportamiento de los astros y de los animales para pronosticar cómo y cuándo va a venir el temporal lluvioso.

Nos explica don Godofredo que cuando la luna nueva se coloca en forma de U “chuequita” es que está llena, y ese mes será muy lluvioso. Cuando está en forma de C está vacía, y será un mes seco, y que cuando se ubica en un intermedio de una U y una C predice un mes con lluvias poco abundantes.

La mayoría de los maiceros, tanto de los Altos como de los valles de Morelos, coinciden en que si la luna nueva “se ve como una uñita apenas”, tiene una posición entre vertical y horizontal, está “la-deada”, es presagio de un mes con lluvias. “La luna viene con agua”, dicen.



Mes seco



Lluvias abundantes

También nos mencionó que cuando aparecen unas palomitas blancas (que miden como cuatro centímetros con las alas abiertas), es señal de que ya se va a establecer el temporal.

En San Andrés de la Cal, los campesinos también consideran a estas palomitas como un elemento más en la predicción del temporal: “Cuando estas palomitas aparecen en el campo por dondequiera, llueve como a los cuatro días, pero si juntan sus alitas, es que va a llover luego luego”.

Don Godofredo Villegas nos decía:

Otro indicio de que ya vienen las lluvias es cuando en el campo vuelan telarañas que salen quién sabe de dónde. Nomás te pasan por enfrente. También se ve que ya se vienen pronto las lluvias cuando aparecen en el suelo las hormigas llamadas “zicatanas”. Cuando al mismo tiempo, aparecen las palomitas blancas, hormigas zicatanas y vuelan por dondequiera telarañas, seguro va a llover bien fuerte, y es cuando salen los “clavitos” y los “ayome” (hongos comestibles) que están pero bien sabrosos.

En Totolapan, don Daniel Granados nos dijo:

¿Sabías tú que hay un día en el mes en que no hay luna? En ese día ni se te vaya a ocurrir sembrar, porque no da o te salen ma-

zorquitas chiquitas. Y esto ya lo hemos comprobado, y aunque se le ponga fertilizante, la milpa sí crece, pero no da. Por eso cuando no hay luna no se plante ni durazno.

Para algunos ancianos, la observación de un cielo “aborregado” presagiaba vientos o granizadas.

- Saberes sobre conservación y fertilidad del suelo

Un suelo es fértil cuando se tiene materia orgánica. Por eso, antes se metía rastra y se dejaba que el rastrojo se pudriera, no se quemaba como se hace hoy. “Entre más negra es la tierra más va a dar”, nos dicen productores de Nepopoalco. “A luego se nota cuando una parcela ya está en puro ‘güeso’ y no tiene materia orgánica”, nos enseñó don Genovevo Lima, de Nepopoalco.

“La tierra va a darnos lo que nosotros le demos”, es parte de la filosofía de los alteños.

Don Malaquías Flores, campesino de San Andrés, citado por Ruiz Rivera (2001), explica respecto de la fertilidad del suelo que mientras más negra es la tierra, es mejor, y que al moldearse debe tener una consistencia de plastilina. En tiempo de secas la tierra fértil debe presentar formas circulares, debe estar granulada y los terrones con una profundidad de al menos diez centímetros.

Es una clara descripción de suelos ricos en materia orgánica, arcillosos y de estructura laminar, características que les confieren fertilidad y capacidad de retención de la humedad.

- Almacenamiento de granos y semillas

Dependiendo del tipo de materiales de la región, de las condiciones medioambientales, sociales y culturales, se hacían los almacenes del maíz para la mazorca y para la semilla. Recibiendo también diferentes denominaciones, la mayoría conserva su origen nahuatleco para la región centro, o del idioma originario de cada región de Mesoamérica.

Por ejemplo, en Morelos, en la zona de los Altos, donde crecen encinos, pinos y oyameles y abunda la madera, la estructura de almacenamiento se hacía con morillos de oyamel llamada *zincolote*. En esta estructura, que semeja un cajón de dos metros por dos, con una altura que varía de dos a ocho metros, dependiendo de las cargas cosechadas, se almacenaba la mazorca.

El grano, en cambio, se almacena en trojes completamente cerradas, hechas de tabla y protegidas con un doble techo que resguarda a la semilla de la intemperie.

En las zonas más bajas, donde había arcilla, se hacían *cuescomates* en los que se almacenaba el maíz en grano. El cuescomate es una estructura hecha con barro y paja a manera de una copa cubierta con otra copa hecha parte por arcilla y en parte por una cubierta de paja y dos aberturas. Una en la parte alta en forma de ventana cuadrada de unos 50 a 60 cm, por donde se llenaba de grano, y una segunda abertura también cuadrada, cerrada con una cubierta de madera. Esta segunda sólo medía de 15 a 20 cm. Por esta puertita se sacaba el grano almacenado.

En Santa Catarina, San Andrés de la Cal, donde crecían acahuales altos y fuertes, se hacía una troje con este material. En Cuentepec, donde las milpas crecen altas y con cañas fuertes, se hace el almacén con cañas de maíz en forma de un cilindro de 1.50 a 2.00 metros de diámetro por dos a tres metros de alto.

El maíz ya desgranado se almacenaba en sacas. El maestro Eugenio Cedillo, de Santa Catarina, nos comentó:

Mis abuelitos hacían sacas para guardar el maíz ya desgranado. Las sacas se hacían con petates nuevos que se cosían en los extremos con ixtle y aguja de arria hasta formar una especie de “chiquigüite” grandote en forma de cilindro. A las sacas les cabían



Se almacenaba la semilla en zincolotes o cuescomates

como ocho cargas de maíz. Las sacas se colocaban sobre un montón de olotes como de unos 20 centímetros de espesor; para que el maíz no estuviera en contacto con el suelo ni con la humedad. Así me acuerdo que hacían mis abuelitos.

Don Romualdo San Vicente, de Totolapan, nos dijo:

El maíz que se guardaba para semilla o para la comida de todo el año no se curaba con la pastilla de gas que hoy se usa para que no se pique el maíz, se almacenaba en grano en toneles y se ponía una raja de ocote del mero rojo, era mejor si tenía brea o con ajo, y con eso ya no se pica. El ocote se coloca en medio del tonel. Yo le pongo de los dos.

- La selección de la semilla

Don Godofredo Villegas, de Santa Catarina, nos dice que antes sólo se sembraba semilla nativa, que después se sembró el pozolero (que también es un criollo de los valles altos), y nos explica:

Ya que se cosechó la mazorca, en la casa se ve cuál nos gusta para semilla de la siguiente siembra. Para escoger las mazorcas se ven las más pesadas, las más macizas. Se saca la mazorca más grandecita como de 22 a 25 centímetros. A las mazorquitas que ya se escogieron, se les quitan los maicitos de la base de la mazorca y de la punta también. Las de elote grueso, ésas no se escogen. Pero se debe rasgar la mazorca para la cosecha mero cuando está la luna llena.



Para semilla sólo se usan los granos de en medio

- Rituales agrícolas

En las comunidades indígenas se realizan rituales relacionados con los ciclos agrícolas. Estos rituales tienen su origen en los mitos y la cosmovisión mesoamericana de la época de los olmecas, quienes posiblemente los heredaron a los toltecas de la mesa central. A la llegada de los españoles aún persistía parte de esta cosmovisión de manera casi simultánea a la visión predominante, la guerrera azteca.

Muchos de los rituales mesoamericanos ligados a la agricultura, en la época colonial sufrieron un mestizaje, un sincretismo, de suerte que en la actualidad en muchas comunidades indígenas, detrás del culto a los santos o los rituales católicos subyacen los símbolos de rituales prehispánicos.

Así, por ejemplo, en Santa Catarina, don Godofredo explica:

Las semillas se llevan a bendecir en Año Nuevo. El día 15 de mayo, día de San Isidro Labrador, los más viejos todavía llevan a bendecir sus semillas. A los animales los bendicen el día de San Lucas, el 18 de octubre.

En algunas comunidades de los Altos de Morelos, en especial en la de San Andrés de la Cal, se tiene un ritual agrario de petición de lluvias que se realiza en el tercer viernes de mayo. A partir de una larga investigación etnográfica en esta comunidad indígena, Ruiz Rivera identifica un calendario para el cultivo del maíz basado en periodos de 20 días, que corresponde a los meses de 20 días del calendario mesoamericano. Este calendario agrícola todavía lo practican algunos ancianos de “caleros” (así se denomina a los de San Andrés de la Cal). Ruiz Rivera también relaciona el calendario agrícola calero con las festividades y los rituales religiosos, en especial la conmemoración de los santos de la Iglesia católica:

<i>Fecha</i>	<i>Días transcurridos</i>	<i>Actividad</i>
29 de abril	0	San Pedro
3 de mayo	4	Santa Cruz
17 de mayo	12	San Isidro Labrador
25 de mayo	10	Ritual de petición de lluvia

<i>Fecha</i>	<i>Días transcurridos</i>	<i>Actividad</i>
13 de junio	19	San Antonio (fecha límite para sembrar)
4 de julio	20	1er. beneficio
24 de julio	20	2do. beneficio
13 de agosto	20	3er. beneficio
2 de septiembre	20	4to. beneficio
28 de septiembre	26	Elotada, periconeada y 1era. cosecha ritual
18 de octubre	20	San Lucas, 2da. cosecha ritual
28 de oct. a 2 de nov.	13	Fiesta de los muertos
12 de diciembre	20	Día de la Guadalupana
13 a 17 de diciembre	4	Cosecha

FUENTE: Ruiz Rivera, 2001.

[...] se puede pensar que al dar a la planta del maíz una existencia sagrada como deidad “dema” se le da a la vez espíritu que por sí solo cambia de estado y existencia, la domesticación de esta planta también ayudó a la adecuación del calendario agrícola ritual que fue indispensable para los indígenas campesinos de San Andrés, el modo y conocimientos los adquirieron de sus ancestros de la observación de la naturaleza y del medio ambiente (Ruiz Rivera, 2001).

De acuerdo con las observaciones de Ruiz Rivera, actualmente el calendario mesoamericano se ha retrasado 30 días (no se siembra a inicios de mayo, sino a fines de junio). Este investigador atribuye el retraso a cambios drásticos en el clima. Por nuestra parte, pensamos que la razón del retraso se debe a que ya casi no se siembra el maíz criollo local, sino variedades mejoradas más rendidoras que tienen un ciclo más largo y que no toleran el estrés de humedad en ninguna de sus etapas fenológicas, por lo que estas nuevas semillas, a diferencia de las criollas que sembraban los abuelos, no se pueden sembrar en seco como todavía lo hacen en las comunidades más alteñas, entre ellas Coajomulco, donde empiezan a sembrar en el mes de abril.

En las comunidades indígenas de Coajomulco, Amecameca y Cuentepec, entre otros, se practica el ritual de la *Milakua*, ofrenda

de comida al maíz y a los *yeykame*, los vientos. Como una manera de agradecer el que hayan fertilizado al maíz. Este ritual lo realizan el mes de septiembre. La ofrenda se coloca sobre una piedra cuyo símbolo se asienta en el mito mesoamericano. Esta piedra no puede moverse. Es el origen, sólo allí puede hacerse el ritual. Si se cambia de casa, la piedra se queda en su lugar de origen.

Cada comunidad indígena tiene sus variantes de rituales relacionados con el ciclo agrícola y de manera concreta el maíz. La riqueza de éstos es abundante a todo lo largo y ancho de Mesoamérica. En este texto sólo se señala la existencia de los rituales del maíz que se practican en casi todas las comunidades indígenas del país.

A MANERA DE CONCLUSIÓN

Retomando a De Souza Silva (2002), casi todo el siglo pasado prevalecieron dos visiones del mundo en el contexto del *progreso* y la *modernidad*: la visión mecánica y la económica.

En la primera visión, la agricultura es como una máquina de producir alimentos; se instrumenta con la ciencia cartesiana, en la que sólo es válido lo objetivo, aquello que se puede medir, pesar o cuantificar, usando un método único para el conocimiento de la realidad, la cual a través del conocimiento de sus regularidades o leyes se pueda manejar y predecir.

Dado el reduccionismo de la visión mecánica, la dimensión tiempo está ausente, por lo que no se contemplan los posibles efectos de las tecnologías. Los resultados de esta lógica en la ciencia agrícola hoy se evidencian en erosión edáfica, genética y cultural, amén de la contaminación de suelos, y del medio en general por uso de agroquímicos.

Esta primera visión, que ha prevalecido desde los inicios del industrialismo, hoy en día se sincretiza con la tecnología de la informática proponiendo una máquina más sofisticada para controlar la agricultura con la llamada agricultura de precisión, donde con sistemas digitalizados y computarizados se controlan factores como temperatura, humedad, riego, fertilización, concentración de CO₂, etcétera.

La segunda visión, la económica, se consolida en las últimas décadas del siglo XX. Esta visión tiene como metáfora el mercado, por lo que la agricultura se constituye en la proveedora de alimentos y materias primas para un mercado local e internacional. Su aparato tecnológico se enfoca en una agricultura competitiva. De esta manera, la racionalidad, bajo la metáfora del mercado, es la oferta y la demanda, y su paradigma la competitividad.

En la lógica de la visión económica, todo el ámbito de la agricultura gira en torno a conceptos tales como productores, competidores, compradores, inversionistas, privatización, desreglamentación, competitividad, etcétera.

En el contexto de estas dos visiones del mundo, las técnicas y en general toda actividad agrícola tienen un enfoque utilitarista en obtener altos rendimientos, en producir más en superficies de menor extensión para satisfacer las demandas reales o hipotéticas de un mercado cada vez más virtual.

En estas dos perspectivas del mundo las necesidades locales de autosuficiencia, seguridad alimentaria y soberanía alimentaria no son prioritarias, incluso son conceptos contrarios y peligrosos, obsoletos, herencia del pasado, tal como lo entienden sus detractores.

De esta forma, países exportadores de productos agrícolas son al mismo tiempo importadores de granos básicos para satisfacer demandas internas de alimentos, situación extraña y paradójica.

En las visiones mecánica y económica de la agricultura, los parámetros y los grandes indicadores económicos señalan un desarrollo del país. Sin embargo, un análisis objetivo muestra que, a lo sumo, se está dando un *desarrollo en*, más que un *desarrollo de*, pues los principales exportadores del sector agrícola son firmas internacionales, amén de algunos grupos mixtos donde participan también algunos empresarios locales de éxito.

Tal es el caso de México, que si bien ha mejorado en exportación de productos hortícolas como flores, hortalizas y frutales, cada vez es más dependiente del mercado externo en los rubros de alimentos básicos. Importamos la mayor parte de los alimentos que consumimos.

Aunque el fenómeno es complejo, su explicación histórica está en el abandono de las políticas agropecuarias que apoyan los sistemas de producción tradicionales locales, cuya lógica es la de la supervivencia a través de prácticas conservacionistas y de biodiversidad.

En efecto, las políticas agropecuarias privilegian un sistema de producción productivista, con una lógica de mercado, desde los años cuarenta del siglo XX, cuando incluso en el contexto de la segunda conflagración mundial, México era proveedor de materias primas y básicos de Estados Unidos, país del que hoy dependemos en cuestión de granos básicos, en particular del maíz.

Protágoras afirmaba que el hombre es la medida de todas las cosas; es decir, el quehacer de todo lo humano, desde que se tiene memoria histórica, ha sido determinado por el hombre mismo a partir de la interpretación que se asuma de este concepto.

La concepción del hombre ha cambiado en diferentes momentos históricos, desde el *hombre colectivo* de las primeras sociedades humanas, seguido del *hombre persona* del pensamiento judeocristiano hasta el actual *hombre individuo* del pensamiento neoliberal predominante. Ésta es la que subyace en las dos visiones del mundo dominantes: la mecánica y la económica.

Se hace necesaria una concepción del *hombre*, diferente de la del *hombre individuo* en la construcción de una nueva sociedad, la sociedad sustentable. Víctor Toledo avizora la del *hombre especie*, que implica el comportamiento solidario con todos los semejantes, entendiendo como semejantes no sólo a los humanos, sino a todos los vivientes y aun a los no vivientes; coincidiendo con la concepción del hombre de Asís, para quien sus semejantes eran el hermano hombre, el hermano lobo, al igual que el hermano sol y la hermana luna.

Esta nueva concepción de hombre, que se estima impostergable para la construcción de la nueva época histórica, se evidencia de manera fehaciente en la cosmovisión mesoamericana, del *hombre cosmos*, que se expresa en rituales, mitos y practicas agrícolas a través del sistema milpa en las comunidades campesinas e indígenas de México, los cuales dan un carácter sacro a las relaciones del hombre con la naturaleza, con la sociedad y con el resto del cosmos.

El eje que es la vértebra de la cosmovisión mesoamericana, el *neltiliztli* —concepto con el cual los maestros mesoamericanos identificaban a la raíz, el corazón, la razón de ser de las cosas—, se materializa en el cultivo del maíz, por lo que no es de extrañar que la ciencia agrícola nacional haya mantenido como eje vertebrador a este cereal.

En este orden de ideas, es necesario plantear una propuesta de agricultura sustentable, la cual en el contexto mesoamericano no es nueva, ya que desde hace más de cinco milenios ha sido para el hombre de estas latitudes una forma de vivir a través de prácticas conservacionistas y de biodiversidad.

En la milpa campesina, el sistema de producción mesoamericano que aún se practica en las comunidades indígenas y campesinas más pobres expresa toda una cultura, una ritualidad a través de la cual no sólo se obtiene el maíz, el frijol, la calabaza, el chile, el jitomate, la alegría, el huitlacoche, las verdolagas, el huauzontle y también los chapulines y otros insectos que forman la dieta de estos actores sociales.

A través de la milpa se expresan las prácticas de conservación y mantenimiento de la biodiversidad en un ámbito de sacralidad que trasciende el espacio productivo de la milpa y alcanza el de las re-

laciones con el mundo de la naturaleza, las relaciones sociales, los rituales, las actitudes y la visión del mundo. La epifanía del maíz le da sentido a todo el quehacer humano, por lo que se puede afirmar que el *tlayol*, este grano sagrado cultivado bajo el sistema milpa, no sólo permite el alimento del cuerpo mortal del indígena de Mesoamérica, sino también el alimento de su espíritu inmortal.

Son los *saberes*, que no *conocimientos* campesinos, cuyas diferencias conceptuales se discutieron en el capítulo II de este volumen donde se expresan y se materializan la ritualidad, la sacralidad y la cosmovisión mesoamericana. Estos saberes asumen tres constructos: evolucionan con el contexto histórico, geográfico y social, tienen una lógica de supervivencia y son específicos para cada agrohábitat.

Se asume la necesidad de revalorar los saberes agrícolas tradicionales para construir una nueva agroecología que permita sentar las bases de una agricultura sustentable en el contexto de una agricultura moderna, que se inició en los años cuarenta con el modelo *landgrant* de la escuela estadounidense y que en la segunda mitad del siglo pasado sentó sus reales en el concepto de la revolución verde.

Tomando como relevancia algunos trabajos de rescate y organización de los saberes agrícolas tradicionales en comunidades rurales indígenas, así como en espacios académicos, se considera impostergable el estudio, la investigación de los saberes tradicionales y su aprendizaje formal en las instituciones de enseñanza agrícola superior; por lo que se propone llevar los saberes a la academia como un programa de estudio.

Se aceptan dos enfoques de la historia: uno la reduce a una fuente de explicación de los acontecimientos de la humanidad en función de los contextos, constituyéndose en una enseñanza para no cometer los mismos errores del pasado; otro en cambio, la concibe como una construcción social, lo cual implica un enfoque dinámico y creativo. Mediante este segundo planteamiento, las tendencias que muestran un futuro incierto y catastrófico, una sociedad inequitativa, sin solidaridad, consumista y depredadora, se pueden revertir en la construcción de un nuevo orden social.

A este propósito de erigir un futuro deseable contribuye la propuesta de este trabajo para participar en la construcción de una sociedad más justa, equitativa, solidaria, democrática, tolerante, una sociedad sustentable a partir de la actuación colectiva en el presente.

El desarrollo de las culturas de estas latitudes no podría concebirse sin la presencia del *tlayol*, el maíz, que se convierte en el *netiliz-*

tli, el corazón, la razón de ser de las cosas. Sólo así se explica la “terquedad” de sembrar maíz criollo, el de los pobres, aun cuando los paradigmas de la modernidad indican que es más fácil comprarlo que producirlo, aunque paradójicamente se importa cada vez en mayores volúmenes.

La historia de la ciencia agrícola en México ha tenido como eje vertebrador al maíz, aunque las políticas han privilegiado un enfoque productivista, en detrimento de una agricultura tradicional sustentable. El enfoque productivista tiene su mejor exponente en el modelo de la revolución verde que ha manifestado severos impactos sobre el medio.

Es impostergable desarrollar una agricultura que no deprede a la naturaleza, una agricultura sustentable. La sustentabilidad ha sido una forma de vida en las comunidades indígenas de Mesoamérica bajo el sistema de milpa.

En el modelo de milpa se practican saberes agrícolas, no obstante que en las instituciones de enseñanza agrícola superior se promueven tecnologías para obtener altos rendimientos, sin considerar que estos saberes responden a cada contexto, evolucionan con el medio y aseguran la alimentación de la familia campesina. Es necesario llevar los saberes agrícolas tradicionales a estas instituciones como programas de estudio.

BIBLIOGRAFÍA

- ALCORN, Janis B. (1994), "Noble Savage or Noble State: Northern Myths Southern Realities in Biodiversity Conservation", en *Etnoecológica*, vol. 2, núm. 3, pp. 7-19.
- ALTIERI, Miguel A. y Laura C. MERRICK (1987), "In Situ Conservation of Crop Genetic Resources Through Maintenance of Traditional Farming Systems", en *Economic Botany*, vol. 4, núm. 1, pp. 86-96.
- ÁLVAREZ LUNA, Eduardo (1981), "El INIA y sus programas para el mejoramiento de los sistemas de producción de maíz", en *El maíz en México. Su pasado, presente y futuro. Simposio Nacional. Memorias*, Guadalajara, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, pp. 87-104.
- AMADOR, Julio (2007), "Hermenéutica e historia del mito", Conferencia CRIM-UNAM, 23 de febrero.
- ANÓNIMO (1984), *Chilam Balam de Chumayel*, edición de Miguel Rivera, Madrid, Crónicas de América.
- BARNECHEA, M. Mercedes; Estela GONZÁLEZ y Ma. de la Luz MORGAN (1998), "La producción de conocimientos en sistematización. Taller Permanente de Sistematización", ponencia presentada en el Seminario Latinoamericano de Sistematización, Medellín, Colombia, 11-14 de agosto.
- BARROS, Cristina y Marco BUENROSTRO (1997), "El maíz, nuestro sustento", en *Arqueología Mexicana*, vol. V, núm. 25, mayo-junio, pp. 6-15.
- BERKES, Fikret (1999), *Sacred Ecology: Traditional Ecological Knowledge and Resource Management*, Filadelfia, Taylor & Francis.
- BERLIN, Isaiah (2001), *Dos conceptos de libertad y otros escritos*, Madrid, Alianza Editorial.
- BOLAÑOS, J. y G. EDMÉADES (1996), "The Importance of the Anthesis-Silking Interval in Breeding for Drought Tolerance in Tropi-

- cal Maize. Developing Drought and Low N-Tolerant Maize”, en *Proceedings of a Symposium Cimmyt*, El Batán, México, G.O. Technical Editors, pp. 355-368.
- BORLAUG, Norman E. (2007), “Sixty-Two Years of Fighting Hunger: Personal Recollections”, en *Euphytica*, vol. 157, núm. 3, pp. 287-297.
- BUENO, Gustavo (1995), *¿Qué es la ciencia? La respuesta de la teoría del cierre categorial. Ciencia y filosofía*, Oviedo, Pentalfa.
- CAJIGAS-ROTUNDO, J. Camilo (2003), “Pensamiento ambiental: un pensar perfectible”, en *Memorias VI Seminario Internacional del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible*, Bogotá, Colombia.
- CARRILLO TRUEBA, César (2002), “Ciencia y etnociencias”, en *Ciencias*, núm. 66, abril-junio, pp. 106-117.
- CENTRO DE ESTADÍSTICA AGROPECUARIA (SIACON) (2001), *Superficie sembrada de maíz en México. 1991-2000*, citado por Salvador Cobos 2003.
- CÓDICE FLORENTINO (1905), *Historia general de las cosas de la Nueva España*, vol. V, Madrid, Secretaría de Justicia e Instrucción Pública de México, facsímil de Francisco Troncoso, fototipia de Hauser y Manet.
- DE SOUZA SILVA, José (2002), “La Universidad, el cambio de época y el ‘modo contexto-céntrico’ de generación de conocimiento”, en ponencia presentada en el Seminario Internacional La Educación Superior: las Nuevas Tendencias, Quito.
- _____ (2002a), “La sostenibilidad institucional y el cambio de época”, en *Revista del CONESUP*, núm. 2, junio, Ecuador, pp. 69-86.
- _____ (2002b), “Investigación, sociedad y desarrollo. Los nuevos paradigmas del desarrollo científico tecnológico en el contexto del cambio de época”, en ponencia presentada en el Seminario Internacional La Educación Superior: las Nuevas Tendencias, Quito, Consejo Nacional de Educación Superior, 23-24 de julio.
- DÍAZ, Gisele; Alan RODGERS y Bruce E. BYLAND (1993), *The Codex Borgia: A Full-Color Restoration of the Ancient Mexican Manuscript*, Nueva York, Dover Publications.
- DOEBLEY, John (1990), “Molecular Evidences and the Evolution of Maize”, en *Economic Botany*, núm. 44, suplemento 3, Minnesota University, pp. 6-27.
- DORBECKER, Ricardo *et al.* (1996), *Plan de Desarrollo UAAAN*, Coahuila, UAAAN, pp. 132-134.
- DUCH, Lluís (2007), “Interpretaciones actuales del mito”, en Conferencia Magistral, México, CRIM-UNAM, 18 de noviembre.

- EL IMPARCIAL* (1901), México, 24 de septiembre.
- ENCISO, Angélica (2000), "En pobreza, 26 millones de campesinos", en *La Jornada*, 29 de noviembre, p. 12.
- FAO Statistics (FAOSTAT) online (2003), "Consumo per cápita de maíz, en México 1993-2000", citado por Salvador Cobos.
- FIRA (1988), "Oportunidades de desarrollo del maíz mexicano. Alternativas de competitividad", en *FIRA*, vol. XXX, núm. 309, Morelia, Michoacán, pp. 1-22.
- FLORESCANO, Enrique (1995), *El mito de Quetzalcóatl*, México, Fondo de Cultura Económica.
- GÓMEZ ESPINOZA, José Antonio et al. (2000), "El maíz", en *Tierra, agua y maíz: realidad y utopía*, tomo II, Cuernavaca, Unicedes-UAEM, pp. 99-135.
- _____ (2006), *Saberes agrícolas tradicionales. Su incorporación a la educación agrícola superior*, México, UACH-UAEM.
- _____ (2009), "Saberes agrícolas y sustentabilidad. I Coloquio Internacional. Cultura, Biodiversidad y Gestión de recursos para el Desarrollo", 12 y 13 de noviembre.
- _____ y Gabriel BALDOVINOS (2001), "Fitomejoramiento de maíces criollos", Cuernavaca, Facultad de Ciencias Agropecuarias-UAEM, folleto técnico.
- GÓMEZ GONZÁLEZ, Gerardo; José Luis RUIZ GUZMÁN y Salvador BRAVO GONZÁLEZ (1998), "Tecnología tradicional indígena y la conservación de recursos naturales", en ponencia presentada en el Encuentro Latinoamericano sobre Derechos Humanos y Pueblos Indios, Guatemala, Universidad de San Carlos.
- GONZÁLEZ DE MOLINA, Manuel (1992), "Agroecología: bases teóricas para una historia agraria alternativa", en *Agroecología y Desarrollo*, núm. especial 4, Granada, CLADES/Universidad de Granada.
- GUZMÁN CASADO, Gloria; Manuel GONZÁLEZ DE MOLINA y Eduardo SEVILLA GUZMÁN (2000), *Introducción a la agroecología como desarrollo rural sostenible*, Madrid, Mundi-Prensa.
- HELLER, Agnes (1977), *Sociología de la vida cotidiana*, Barcelona, Península, pp. 19-26.
- HERNÁNDEZ XOLOCOTZI, Efraím (1985), "Xolocotzia. Obras de Efraím Hernández Xolocotzi", en *Revista de Geografía Agrícola*, México, Universidad Autónoma Chapingo.
- JIMÉNEZ HERRERO, Luis (1989), *Medio ambiente y desarrollo alternativo. Gestión racional de los recursos para una sociedad perdurable*, Madrid, IEPALA.
- KATO YAMAKAKE, Takeo Ángel (1961), "Morfología cromosómica de algunas razas primitivas de maíz en México, Centro y Su-

- damérica”, tesis de licenciatura, México, ENA, Universidad Autónoma Chapingo, pp. 1-40.
- KUHN, Thomas (1972), *La estructura de las revoluciones científicas*, México, Fondo de Cultura Económica.
- KRICKEBERG, Walter (1961), *Las antiguas culturas mexicanas*, México, Fondo de Cultura Económica.
- _____ (2004), *Mitos y leyendas de los aztecas, incas, mayas y muiscas*, México, Fondo de Cultura Económica.
- LEHMANN, Walter (1906), “Historia de los Reinos de Colhuacan y de México: Traditions des Anciens Mexicains”, en *Journal de la Société des Américanistes*, vol. 3, núm. 2, París.
- LEÓN-PORTILLA, Miguel (2006), *La filosofía náhuatl estudiada en sus fuentes*, décima edición, México, UNAM.
- LEY DE DESARROLLO RURAL SUSTENTABLE (2001), Comisiones Unidas de Agricultura y Ganadería y de Desarrollo Rural, H. Cámara de Diputados, LVIII Legislatura.
- LÓPEZ AUSTIN, Alfredo (2000), *Tamoanchan y Tlalocan*, México, Fondo de Cultura Económica.
- MANGELSDORF, Paul C. (1974), *Corn: Its Origin, Evolution and Improvement*, Cambridge, Harvard University.
- _____ y Robert GATLIN REEVES (1939), “The Origin of Indian Corn and its Relatives”, en *Agricultural Experiment Station Bulletin*, núm. 574, Texas.
- MARÚM ESPINOSA, Elia (1997), “Las implicaciones del TLC en la educación superior mexicana”, en *Perfiles Educativos*, vol. 19, núm. 76-77, México, UNAM, pp. 107-115.
- MIER, Armando (2000), “Del mito a la realidad”, en *Tierra, agua y maíz. Realidad y utopía*, Cuernavaca, Unicedes-UAEM, pp. 89-98.
- MORIN, Edgar (1984), *Ciencia con conciencia*, Barcelona, Anthropos/Editorial del Hombre.
- _____ (2004), “El conocimiento tiene en sí mismo el riesgo de la ilusión y el error”, en *Gaceta Universitaria Veracruzana*, nueva época, núm. 73-75, enero-marzo, pp. 23-27.
- POPOL VUH, LAS ANTIGUAS LEYENDAS DEL QUICHE (1978), traducción del texto original con introducción y notas de Adrián Recinos, Costa Rica, Educación Universitaria de Centro América.
- PUERTAS, María Jesús (1999), *Genética, fundamentos y perspectivas*, 2a. ed., Madrid, McGraw Hill Interamericana.
- RAMÍREZ OLANO, Ronald (s.f.), “Historia del maíz”, en <<http://es.scribd.com/doc/11996681/Historia-Del-Maiz>>.

- REAGAN, Tom (1983), *Animal Rights*, Berkeley, University of California Press.
- RUIZ RIVERA, César Augusto (2001), *San Andrés de la Cal. Culto a los señores del tiempo en rituales agrarios*, Cuernavaca, Ayuntamiento de Tepoztlán, Unicedes-UAEM/CIDHEM.
- SAHAGÚN, fray Bernardino de (1946), *Historia general de las cosas de la Nueva España*, I, 3 t., México, Miguel Acosta Saignes.
- (2006), *Historia general de las cosas de la Nueva España (Códice Florentino)*, México, Porrúa.
- SCHERY, Robert W. (1956), *Plantas útiles al hombre*, Barcelona, Salvat.
- SÉJOURNÉ, Laurette (2004), *Cosmovisión de Mesoamérica*, traducción y edición de Martí Soler, México, Siglo XXI.
- SOLARES, Blanca (2006), “Signo y símbolo”, en *Conferencias*, México, CRIM-UNAM, 22 de septiembre.
- SOSA, Nicolás M. (1990), *Ética ecológica. Necesidad, posibilidad, justificación y debate*, Madrid, Universidad Libertaria.
- TOLEDO, Víctor Manuel (1976), “Uso múltiple del ecosistema estrategias de ecodesarrollo”, en *Ciencia y Desarrollo*, vol. 2, núm. 11, México, Conacyt.
- (1990), “La perspectiva etnoecológica: cinco reflexiones acerca de las ‘ciencias campesinas’ sobre la naturaleza con especial referencia a México”, en *Ciencias*, número especial 4, México, pp. 22-29.
- (1993), “La racionalidad ecológica de la producción campesina”, en E. Sevilla y M. González de Molina (eds.), *Campesinado e historia*, Madrid, Ediciones la Piqueta, pp. 197-211.
- (2002), “Ethnoecology: A Conceptual Framework for Study of Indigenous Knowledge of Nature”, en J.R. Stepp *et al.* (eds.), *Ethnobiology Biocultural Diversity*, Georgia, International Society of Ethnobiology, pp. 511-522.
- (2003), *Ecología, espiritualidad y conocimiento. De la sociedad del riesgo a la sociedad sustentable*, México, PNUMA/UNESCO/Universidad Iberoamericana.
- TORRES CARRAL, Guillermo (1999), *Sustentabilidad y compatibilidad: una introducción a la ecología social*, México, UACH.
- (2003), *Civilización, ruralidad y ambiente*, México, Plaza y Valdéz Editores.
- TREJO, Silvia (2004), *Dioses, mitos y ritos del México antiguo*, México, Miguel Ángel Porrúa.
- VALDÉS VALVERDE, María del Carmen (2007), “Mitos cosmogónicos mayas”, en *Conferencia*, CRIM-UNAM, 23 de febrero.

- VICTORINO RAMÍREZ, Liberio (2002), *Tópicos en la investigación social educativa*, México, Universidad Autónoma Chapingo.
- _____ y Aníbal QUISPE LIMAYLLA (1998), “La educación agrícola hoy”, en *Ciencia y Desarrollo*, vol. XXIV, núm. 141, julio-agosto, México, SEP/Conacyt.
- VILLORO, Luis (1982), *Crecer, saber, conocer*, México, Siglo XXI.
- WATSON, James y Francis CRICK, “A Structure for Deoxyribose Nucleic Acid”, en *Nature*, vol. 171, núm. 4356, pp. 737-738.
- WELLHAUSEN, Edwin (1982), “Razas y variedades mexicanas de maíz y su importancia en el mejoramiento genético”, en *El maíz en México, su pasado, presente y futuro*, Guadalajara, Simposio Nacional Memorias, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, pp. 75-87.
- _____; Lewis MELVIN ROBERTS y Efraím HERNÁNDEZ XOLOCOTZI (1951), *Razas de maíz en México, su origen, características y distribución*, México, Oficina de Estudios Especiales-Secretaría de Agricultura y Ganadería (folleto técnico, núm. 5).
- ZI-KAI, Wu y J.A. GÓMEZ (1996), “Gain of Recurrent Selection for ASI in Maize Populations”, en *Acta Agronómica SINICA*, 22:4, pp. 458-464.

Otras referencias

- BALDOVINOS DE LA PEÑA, Gabriel (2003), entrevista sobre su experiencia como protagonista de la Ciencia Agrícola, marzo.
- _____ (2004), comunicación personal.
- JIMÉNEZ, Héctor (2004), entrevista en náhuatl a don Lucio Güemes, curandero de Cuentepec, Morelos.
- MÁRQUEZ, Fidel (2004), comunicación personal.
- MUÑOZ OROZCO, Abel (2004), comunicación personal.

Maíz, axis mundi.
Maíz y sustentabilidad
se terminó en marzo de 2011
en Imprenta de Juan Pablos, S.A.,
2a. Cerrada de Belisario Domínguez 19,
Col. del Carmen, Del. Coyoacán, México 04100, D.F.
<imprejuan@prodigy.net.mx>

500 ejemplares

