



CAPÍTULO 11
ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS NO TRANSGÉNICAS
PARA EL MEJORAMIENTO Y LA PRODUCCIÓN SUSTENTABLE
DE MAÍZ EN MÉXICO



*Catherine Marielle, Antonio Turrent Fernández, Lucio Díaz,
Marta Astier, Narciso Barrera-Bassols, Carlos H. Ávila Bello,
Alejandra Celeste Dolores Fuentes*

Introducción

En este capítulo presentamos algunas alternativas tecnológicas para obtener variedades no transgénicas de maíz aptas para su cultivo en México con el fin de aumentar los niveles de producción de maíz, así como para desarrollar una agricultura sustentable de este grano. Las opciones presentadas aquí no pretenden ser exhaustivas, sin embargo, muestran con claridad que existen varias vías que precinden del uso de maíz transgénico y que pueden resolver el problema de los bajos rendimientos por hectárea (ha) que existen en algunas regiones del país y de la producción total deficitaria de maíz en México. También se exploran vías para desarrollar sistemas productivos sustentables. La existencia de estas alternativas muestra también que el déficit maicero en México no se desprende de la falta de alternativas tecnológicas, sino de condiciones socioeconómicas y de las políticas del Estado en torno al campo (ver Capítulo 17).

Primero se revisan las evaluaciones del potencial productivo de maíz en México realizadas desde 1963 hasta 2000, y después se presenta una síntesis de las alternativas agronómicas que existen en instituciones

públicas para la producción de maíz en el país, y que hacen uso de insumos desarrollados durante la Revolución Verde (híbridos mejorados, fertilizantes, riego, entre otros). En segunda instancia se presentan alternativas sustentables derivadas de la agricultura tradicional de maíz, con énfasis en el sistema de milpa. Finalmente, se dan ejemplos de desarrollos de biotecnología agrícola contemporánea, con énfasis en algunas opciones no transgénicas y su potencial para ser usadas en un programa integral de mejoramiento de maíz y de producción de este cereal básico de manera sustentable. En esfuerzos futuros será necesario analizar cómo combinar estas opciones tecnológicas en un plan integral que asegure en México la producción sustentable de maíz de alta calidad.

Opciones agronómicas no transgénicas para aumentar la productividad del maíz en México

En el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) desde 1963 se ha estudiado el potencial productivo del maíz en la República Mexicana. Hasta antes del año 2000, el concepto de potencial productivo se ceñía a la evolución de las superficies sembradas con maíz (cambio en las áreas sembradas), la calidad de la tierra de labor sembrada bajo riego y temporal, y el avance en el conocimiento público. Se definía el potencial productivo como el promedio de varios años de producción nacional de maíz, si la superficie sembrada fuera tratada con la tecnología pública disponible. Este ejercicio servía como guía para impulsar programas de transferencia de tecnología. En la actualidad también se toman en cuenta las tierras de labor de ocho estados del sur-sureste factibles de ser irrigadas y que se siembran con maíz bajo temporal; también se contabiliza una parte de las tierras de calidad agrícola que se manejan bajo el sistema de ganadería extensiva. Mientras en la definición previa se ponderaba solamente la inversión requerida para generar nuevo conocimiento público y transferirlo, en la actualidad también se pondera la oportunidad de la inversión pública en varios tipos de infraestructura: interconexión de energía eléctrica para el campo, caminos, irrigación, y otros servicios.

El INIFAP ha sido actor clave en el avance del conocimiento público sobre el cultivo de maíz en México. Desde 1940 se ha realizado el mejoramiento genético del maíz a partir de diez de las más de 59 razas

nativas, se han desarrollado maíces mejorados para las seis grandes regiones agroclimáticas del país (Trópico, Bajío, Altiplano, Transición, Meseta Semiárida del Norte y Subtrópico Semiárido) y para cuatro Provincias Agronómicas (PA) de la tierra de labor (Riego; Muy Buena,¹ Buena y Mediana Productividad) en cada una de las regiones. Para estas 24 condiciones agroclimáticas se han sucedido varias generaciones de material genético cada vez más adaptado, con mayor resistencia a enfermedades y potencial de rendimiento y uniformidad fenotípica más grande. En total, el INIFAP ha liberado 168 variedades mejoradas de maíz, de las cuales 84 son híbridos y otras 84 son variedades de polinización libre derivadas de maíces nativos. Los híbridos han sido desarrollados para las PA de mayor calidad, mientras que las variedades de polinización libre se aprovechan en las de menor calidad. Empero, para las PA más limitativas: PA de Baja productividad y de Tierras Marginales bajo temporal, no hay materiales mejorados que compitan con las más de 59 razas nativas de maíz RNM. Tampoco son sustituibles estas (RNM) en las PA de Muy Buena y Buena productividad en condiciones de Sierra de Neblina (baja radiación solar, alta pluviosidad, suelos hiperácidos, alta presencia de enfermedades endémicas del maíz).

El sistema universitario público también ha desarrollado y liberado maíces mejorados, pero sus contribuciones han sido puntuales. El Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) ha hecho aportaciones al mejoramiento genético del maíz como proveedor de materiales premejorados a las instituciones públicas y privadas. Por otro lado, los consorcios transnacionales han participado con materiales mejorados, haciendo énfasis en las PA de mayor calidad y manejadas bajo esquemas de una agricultura industrial.

¹ En las tierras de labor de la Provincia Agronómica (PA) de Muy Buena Productividad llueve entre 90% y 200% de la evaporación total de junio a septiembre, y los suelos tienen más de 1 metro de profundidad; en la PA de Buena Productividad llueve más de 200% de la evaporación junio-septiembre, con suelos profundos y delgados. En la PA de Mediana Productividad (a) llueve entre 70 y 200% de la evaporación, con suelos de menos de 1 metro de espesor, o (b) llueve entre 70% y 90% de la evaporación con suelos de más de 1 metro de espesor. En las tierras de labor de la PA de Baja Productividad (a) llueve entre 50 y 70% de la evaporación junio-septiembre con suelos de menos de 1 metro de espesor o (b) llueve menos de 50% de la evaporación y los suelos tienen más de 1 metro de espesor; en la PA de Tierras Marginales llueve menos del 50% de la evaporación junio-septiembre y los suelos tienen menos de 1 metro de espesor.

Evaluaciones del potencial productivo

El conocimiento tecnológico, la superficie y la calidad de la tierra dedicada al cultivo de maíz se transforman constantemente. Por eso es que los diferentes intentos para evaluar el potencial productivo de este grano también han ido cambiando. En 1977, a partir de 2,545 pruebas de campo llevadas a cabo durante el período 1952-1977, se realizó una primera evaluación del potencial productivo del maíz. Los experimentos involucrados en este estudio fueron realizados con las primeras generaciones de maíces mejorados y los maíces de los productores (razas nativas de maíz).

Hasta antes de la década de los ochenta, los investigadores del INIFAP y de otras doce instituciones del país habían realizado más de 800 experimentos en regiones productoras bajo riego y más de 2,500 experimentos de campo en terrenos de agricultores cooperantes en las principales regiones productoras bajo régimen de temporal. En esos ensayos, típicamente en áreas de 0.3 a 0.5 ha, se estudió la respuesta del maíz a la fertilización, a la densidad de siembra, así como a otras prácticas de producción y protección. Estos experimentos fueron conducidos a lo largo de 30 años y sus resultados integran los patrones de rendimiento asociados al clima y la edafología de distintas regiones productivas del país.

En 1991, el Programa Nacional de Maíz de Alta Tecnología (PRONAMAT) del mismo INIFAP, aportó información nueva sobre el desempeño de la segunda generación de maíces mejorados en las PA de riego y de temporal, de muy buena y buena productividad, respectivamente. En 1996 se actualizó la información acerca de los rendimientos a partir de proyecciones con apoyo empírico. Finalmente, en 2000 se incluyeron resultados de experimentos conducidos en ocho estados del sur-sureste bajo régimen de riego. Estos resultados comprenden proyecciones sobre tierras potencialmente irrigables y sobre el uso potencial de tierras con calidad agrícola, que actualmente se subaproveen con el sistema de ganadería extensiva.

La evaluación de 1977 (Turrent Fernández A., 1986.)

Los 2,545 experimentos conducidos bajo temporal en el periodo 1952-1977 fueron agrupados en 72 agroecosistemas de maíz y se definieron a partir de seis estratos arbitrarios basados en el cociente de la precipi-

tación sobre la evaporación, con tres estratos térmicos y cuatro estratos por la calidad de la tierra. La cuantificación del rendimiento potencial y la superficie cosechada condujo a la estimación de la producción agregada de maíz en diferentes niveles: país, estado, distrito de temporal y municipio. Además, se dispuso de 819 experimentos de siembra de maíz bajo riego que permitieron estimar la producción por otro procedimiento similar simplificado. El resultado de este ejercicio fue que la producción potencial de maíz era de 20.17 millones de toneladas (t) anuales a escala nacional, mientras que la producción observada en 1977 fue de 10.05 millones de toneladas anuales. La superficie cosechada para ambas estimaciones fue de 7.48 millones de hectáreas, de las cuales 0.97 millones fueron de riego y 6.51 millones de temporal. Estas superficies son inferiores a las correspondientes superficies sembradas.

Evaluación de 1991 (Aveldaño Salazar et al., 1992; Turrent Fernández A. et al., 1996).

Este estudio tuvo como objetivo evaluar la tecnología para el cultivo de maíz bajo riego y temporal en las PA de muy buena y de buena productividad. Se realizó con 302 módulos de riego en los ciclos agrícolas otoño-invierno (OI) 87/88 y primavera-verano (PV) 1988, como muestra representativa de un millón de hectárea de maíz bajo riego, y con 201 módulos de temporal en los ciclos PV 1989 y PV 1990 para muestrear 1.77 millones de ha de temporal de buena calidad. En ambos casos los módulos fueron de una ha, y fueron administrados de manera cooperativa entre el productor y el investigador residente del INIFAP. Los insumos, particularmente la semilla para la siembra y la tecnología, fueron aportados por el proyecto, en tanto que el productor contribuyó con la mano de obra y la fuente de potencia requeridas. Se establecieron, por coordenadas al azar, de dos a cuatro predios vecinos como referencia por módulo (testigos), y en ellos el productor aceptó que se diera seguimiento a la operación de su campo y sus resultados. Esta parte del estudio produjo 730 parcelas referentes bajo riego y 567 bajo temporal. Los rendimientos promediaron 6.15 toneladas por hectárea (t/ha) bajo riego, 4.30 t/ha en la PA de muy buena productividad y 3.80 t/ha en la PA de buena productividad, en las parcelas en que se usó la tecnología recomendada por INIFAP; los rendimientos homólogos de referencia fueron 3.63, 2.88 y 2.88 t/ha. Las diferencias considerables se asociaron

con el mayor potencial productivo de los híbridos del INIFAP y con mayores densidades de siembra, aunque con fertilización similar, en relación con las parcelas referentes. A partir de esta información y al compararla con el estudio de 1977, se hicieron proyecciones para la producción nacional de 1985-1989 y para el periodo 2005-2009. La producción potencial fue de 25.77 millones de toneladas anuales para el periodo 1985-1989, y de 28.62 millones de t anuales para el periodo 2005-2009. Ambas proyecciones se hicieron con los 7.10 millones de ha de superficie cosechada, donde 1.1 millones son de riego y 6 millones son de temporal.

Evaluación de 2000 (Turrent Fernández A. et al., 2004)

El 62% de agua dulce del país fluye por los estados de Guerrero, Oaxaca, Chiapas, Quintana Roo, Yucatán, Campeche, Tabasco y Veracruz. Sin embargo, muy poca infraestructura hidroagrícola ha sido desarrollada en esta región sur-sureste, donde anualmente se cosechan aproximadamente dos millones de hectáreas de maíz. Las tierras se manejan bajo el sistema de temporal y sólo se siembran durante el ciclo PV, mientras que en el ciclo OI, que es en su mayoría seco, permanecen ociosas. Se estima que hay un millón de ha de tierras de labor cercanas a fuentes abundantes de agua (ríos, lagunas, acuíferos someros) que podrían sembrarse dos veces al año si se dotaran de infraestructura de riego.

Con el objetivo de ampliar el conocimiento respecto del potencial productivo del maíz del campo mexicano, se realizaron estudios de campo durante los ciclos agrícolas OI 96/97, OI 97/98 y OI 98/99, aprovechando la disponibilidad de predios con riego escaso y disperso que existen a nivel regional. En el ciclo OI 96/97 se realizaron experimentos en 261 localidades de los ocho estados; se compararon tres híbridos y cinco variedades de polinización libre del INIFAP con 22 híbridos comerciales ofrecidos por los consorcios multinacionales. En los ciclos OI 97/98 y OI 98/99 se hicieron diez experimentos en otras localidades en las que se estudió la respuesta de seis híbridos del INIFAP a la fecha en que se sembró, a la fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio (NPK), y a la densidad de siembra bajo condiciones de riego. Los resultados muestran que la tecnología actual permite obtener un rendimiento promedio del orden de 8 t/ha en el millón de ha estudiado.

Es muy probable que los sistemas de riego que se puedan introducir en las tierras de temporal del sur-sureste sean pequeñas irrigaciones, debido a la topografía de lomerío y la profundidad somera de gran parte de esos suelos. El sistema de riego presurizado del tipo pivote central o de desplazamiento lateral podría ser la alternativa en muchos casos, como ya lo han experimentado productores visionarios del sureste. Hasta ahora, la escasa interconexión eléctrica actúa como barrera al desarrollo de este tipo de riego.

Finalmente, la consideración de la capacidad maicera del campo mexicano quedaría incompleta si se excluyeran la reserva de tierras de labor que actualmente se subutilizan bajo el sistema de ganadería extensiva. Se estima que hay 12 millones de ha que utilizan este manejo en los mismos ocho estados del sur-sureste. En el sexenio 1988-1994, el poder Ejecutivo Federal tuvo bajo su consideración el Proyecto "Los Ríos", que planteaba construir infraestructura para el riego de un millón de ha de tierras limítrofes entre Campeche y Tabasco, pero lo descartó. Gran parte de estas tierras se manejan bajo ganadería extensiva.

Producción nacional 2002-2007 (SIAP, 2010; SAGARPA/FILCOS/COLPOS, 2008-2009)

La producción nacional promedio del periodo 2002-2006 fue de 20.58 millones de toneladas de maíz al año, mientras que la producción potencial estimada es de 29 millones de toneladas anuales, y se importan alrededor de 10 millones de toneladas.

Probablemente en los próximos 10-15 años, en la búsqueda de su seguridad alimentaria, la sociedad tomará la decisión de hacer los ajustes necesarios al Artículo 27 constitucional con el fin de que se apruebe el uso agropecuario integrado para esas tierras. Si se siembra maíz bajo riego en dos millones de estas ha en el ciclo OI, se tendrían por lo menos 16 millones de toneladas más al año.

La estimación del potencial productivo del maíz para los siguientes 10-15 años es de 53 millones de toneladas anuales y de éstas: a) 29 millones corresponden a lo que se podría producir actualmente a partir de las tierras de maíz en las que ya se cosecha cada año —1.1 millones de ha bajo riego y 6 millones de ha de temporal; b) 8 millones adicionales en el Sur-Sureste después de acondicionar con infraestructura hidroagrícola un millón de ha de tierras de labor; c) 16 millones de toneladas

cosechables en dos millones de hectáreas de la reserva de tierras, que en la actualidad están bajo manejo ganadero extensivo y que tendrían que acondicionarse para el riego.

En el inciso b, no se demerita el trabajo de la SAGARPA en el "Proyecto para la Producción de Maíz de Invierno en la Región Sur-Sureste de México (2008-2009)";² las siembras de maíz de Otoño-Invierno en la región Sur-Sureste representaron en el periodo 2000-2007, el 14% de la superficie sembrada y el 15% del volumen de maíz producido a nivel nacional, sin embargo, es necesario puntualizar que la falta de infraestructura hidroagrícola limita el potencial real de producción actual.

La importancia de la producción de maíz en la región Sur-Sureste estriba en las altas precipitaciones y los grandes volúmenes de agua de escorrentía provenientes del Papaloapan, Grijalva, Usumacinta y otros cientos de arroyos que desembocan al mar. Este volumen excedente de agua es fuente de abasto hidráulico para la producción de maíz y debería maximizarse su aprovechamiento mediante la inversión de infraestructura hidroagrícola adecuada de gran escala. Lamentablemente, las acciones de la SAGARPA representan únicamente una medida de corto plazo que ayudará pero que no es la solución efectiva definitiva. Si bien, en la zona Sureste del país existen niveles altos de precipitación, no se alcanza el nivel freático de los mantos acuíferos por tal excedente de agua (Yañez-Arancibia y Day, 2010), como plantea la Sagarpa en su informe de evaluación de desempeño e indicadores de impacto 2008-2009. De esta afirmación errónea parte SAGARPA, para justificar que a pesar de la falta de inversión en infraestructura, si hay buen y suficiente abasto de agua para la producción de maíz, y además, aún cuando fuera cierto, no se trata de aprovechar y sobre-explotar un manto freático sino de desarrollar proyectos de infraestructura estratégicos e inyectar presupuesto apropiado para el aprovechamiento máximo de los recursos hidráulicos.

² SAGARPA diseñó el "Programa Especial para el Desarrollo Rural de la Región Sur-Sureste de México" que forma parte de las políticas diferenciadas, para áreas de agricultura tradicional y áreas con potencial productivo agrícola. Este Programa es parte del Proyecto para la producción de Maíz de Invierno en la Región Sur-Sureste de México aplicado en las áreas definidas por el INIFAP con alto y mediano potencial productivo para el cultivos de maíz (Campeche, Chiapas, Guerrero, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Yucatán) en el ciclo 01 2008-2009), conformado por productores mexicanos sujetos de crédito y que integrados en grupos de productores u organizaciones legalmente constituidas.

Para esta región del país, la SAGARPA estimó que el crecimiento en la superficie sembrada de maíz podría alcanzar hasta 871 mil ha, pretendiendo incrementar los rendimientos promedio hasta 3.5 t/ha. La meta de producción de maíz planteada para la región es de 3 millones de toneladas adicionales antes/durante el 2012, pero para lograrlo, es fundamental un esquema de modernización y acondicionamiento de infraestructura hidroagrícola como ya se planteó en el párrafo anterior.

Es conveniente aclarar que el potencial productivo examinado en este capítulo se refiere solamente al uso de tecnología de origen público y con maíz no transgénico. Por lo tanto, queda claro que no se justifica el uso de maíz transgénico, que implica riesgos importantes para México como centro de origen de este cereal, y que además no aumenta los rendimientos (ver Capítulo 5). Además, el recuento anterior confirma que se puede evitar la dependencia tecnológica usando tecnologías nacionales y recuperar la suficiencia alimentaria de maíz en nuestro país.

Conclusiones en torno al potencial productivo de maíz en México: alternativas agronómicas

El potencial productivo del maíz del campo mexicano ha sido objeto de estudio por parte del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) desde el año 1963, y ha continuado en 1977, 1991 y 2000.

Los productores mexicanos cosechan anualmente maíz en 1.1 millones de ha de riego y 6 millones de ha de temporal, y producen 20.58 millones de toneladas anuales. Una fracción considerable de estas tierras se maneja con dosis subóptimas de insumos. La cosecha podría aumentar hasta 29 millones de toneladas en la misma superficie si se aplicara la tecnología pública disponible en la totalidad de las tierras sembradas.

En los próximos años, mediante la inversión en infraestructura hidroagrícola, intercomunicación eléctrica y algunas modificaciones a la Constitución, la producción nacional de maíz podría incrementarse hasta llegar a 53 millones de toneladas anuales. Esto implica que hay un potencial claro para que la producción de maíz en México sea excedentaria sin tener que usar maíz transgénico u otras tecnologías extranje-

ras. A este potencial, que dependería del uso de prácticas agronómicas tradicionales y usando las variedades mejoradas existentes en México, se debe sumar la producción maicera en sistemas tradicionales de policultivo (milpa), que tienen ventajas ecológicas, y de otra índole.

Variedades mejoradas de maíz de instituciones nacionales y fondos públicos.

De 1940 a 2007, el INIFAP y sus antecesores desarrollaron 1,097 variedades mejoradas de diferentes cultivos, de los cuales 251 variedades e híbridos fueron de maíz. La primera variedad inscrita en el cultivo de maíz fue Celaya II, cuyo registro data de 1942. Desde sus inicios, la investigación ha privilegiado la agricultura de mayor potencial productivo, teniendo una deuda con la agricultura y los agricultores tradicionales y de subsistencia (aunque vale destacar los proyectos de selección masal de maíces nativos impulsados por el Dr. Fernando Castillo del Colegio de Postgraduados). En otras instituciones públicas como la Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH), la Universidad de Guadalajara (UDG), la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL), la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAN), el Colegio de Postgraduados (CP) y la Universidad Veracruzana, entre otras; también se han generado más de cien variedades mejoradas de maíz, así como estudios que permiten valorar los aportes de la agricultura tradicional al logro de la producción sustentable de maíz. La importancia de los materiales generados, junto con el aprovechamiento de las variedades locales, es que podrían apoyar un esquema nacional de abastecimiento de semillas y avanzar en el mejoramiento *in situ*. Con el uso adecuado de estos materiales, no se tendría necesidad de recurrir a los materiales transgénicos o híbridos extranjeros.

Cabe mencionar que del total de la superficie de maíz sembrado a nivel nacional, 75% corresponde a cultivos de variedades nativas. Estas variedades seguramente se continuarán sembrando con base en la selección y mejoramiento milenario de los agricultores. Se sabe que anualmente en todo el país, en 2.3 millones de unidades de producción de maíz, la frecuencia de recombinación genética es tan dinámica que son posibles muchísimas combinaciones, lo que permite a los campesinos contar con nuevas características y bondades de este cultivo por medio de

la selección de semillas. En estos materiales existe un gran potencial de mejoramiento probado por los métodos de selección masal (Ver trabajos del Dr. Fernando Castillo, por ejemplo, Castillo González *et al*, 1999).

La semilla de las variedades mejoradas que desarrollaron el INIFAP y sus antecesores fue incrementada y distribuida extensivamente por la Productora Nacional de Semillas (PRONASE). Si bien estas variedades incluían los híbridos y diversas variedades, las variedades de polinización libre fueron difundidas masivamente para diversas condiciones del país. Sin embargo, debido al cierre de la PRONASE, urge una estrategia nacional para promoción y abastecimiento de semillas mexicanas que sean una alternativa para elevar rendimientos, evitando la dependencia de los grandes monopolios semilleros. Diversos investigadores del INIFAP han logrado que se desarrollen algunas empresas de semillas que retoman la actividad que realizaba la PRONASE, pero para resolver la problemática a nivel nacional aún es necesario un mayor impulso a esta estrategia. El desmantelamiento de PRONASE coincide con la estrategia de promoción de los transgénicos y con la solicitud del gobierno mexicano a Cargill-Monsanto y ADM-Dreyfus-Novartis-Maseca de hacerse cargo de la distribución de semillas de maíz (Schwentenius *et al*, 2000).

En el pasado, las variedades del INIFAP permitieron la producción de grano sin riesgo fitopatológico alguno, en cambio, con la suspensión de la PRONASE y el reducido número de empresas semilleras nacionales, recientemente se ha incrementado la incidencia de enfermedades que limitan la producción, como son el caso del carbón de la espiga (*Fusarium* sp.) y varias más. Aunado a lo anterior, si se autoriza el uso de granos transgénicos no se resolverán los problemas agrícolas, pues estas semillas no responden a las necesidades ni a la problemática del campo mexicano, como tampoco presentan mayor productividad según estudios realizados en otros países (ver capítulos 3 y 5) y reportes de la *Union of Concerned Scientists*. Además, el abasto de semillas en manos de los monopolios semilleros causará aumentos en los precios con respecto a los híbridos generados en México, y provocará una mayor dependencia tecnológica.

Por otra parte, la ausencia de la PRONASE impide el abastecimiento de semillas en lugares apartados que las compañías privadas de semillas con tecnología y capital transnacional no cubren. Estas compañías se orientan a los nichos del campo mexicano que ofrecen mayor rentabilidad para sus actividades de producción y comercialización de semillas certificadas, que son regiones de riego o buen temporal, con produc-

tores de tipo empresarial. De esta manera, los productores que utilizan variedades de polinización abierta han quedado fuera del servicio de semillas certificadas. Evidentemente, ante la ausencia de la PRONASE ha disminuido la presencia de las variedades del INIFAP en el campo mexicano. Una alternativa para revertir este bajo uso de semilla mejorada de instituciones nacionales en los próximos años sería la generación de empresas en diferente escala (pequeña, mediana y grande) con la participación de asociaciones de productores y egresados de escuelas de agronomía, y con el mayor número posible de variedades. Del mismo modo, es fundamental que, a través de investigación participativa, se establezcan en las zonas indígenas, bajo condiciones ecológicas y sociales específicas bancos de germoplasma de maíz que permitan la conservación y evolución de las razas locales.

La falta de maíz en México tiene su origen en las incorrectas políticas públicas agropecuarias, orientadas a importar grano en lugar de producirlo en México, bajo el argumento de que el precio internacional del grano era menor que lo que costaba producirlo en México, lo que implicaba un ahorro por tonelada de aproximadamente 20 dólares. Esta diferencia de precio relativo se debe a los grandes subsidios que recibe la agricultura estadounidense, pero además no toma en cuenta la diferencia en calidad del grano, ya que el mexicano es mucho mejor. Además, esta estrategia no considera que producir el maíz en el país tiene ventajas sociales, culturales y ambientales intangibles, así como también económicas si se consideran los precios diferenciales dada la alta calidad del maíz mexicano. Además permitiría recuperar la autosuficiencia y soberanía alimentaria frente a condiciones cambiantes de clima y de los mercados de alimentos en el mundo.

Desde 1994 no se ha otorgado apoyo a la producción y productividad de maíz en México. Por lo tanto, la capacidad instalada para producir maíz en nuestro país no ha sido estimulada correctamente, se ha erosionado la infraestructura y los elementos con que contábamos para producir este grano con eficiencia y en cantidades suficientes y excedentarias. Desde la entrada en vigor del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) y con mayor énfasis en el sexenio anterior, se desestimuló la producción de maíz, aduciendo que miles de productores de este grano deberían dedicarse a otros cultivos. Una buena parte de esos productores se convirtieron, de manera irremediable, en emigrantes. No sólo no se apoyó la producción, sino que además se agudizaron gravemente las desventajas comparativas de los agricultores

mexicanos con respecto a los apoyos que se otorga a los productores de maíz en Estados Unidos, ya que en México no se apoya la investigación agronómica³ (Ávila-B., 2010), no se impulsa la multiplicación y el abasto de semillas mejoradas nacionales, ni se promueve el acceso a fertilizantes, agroquímicos, insecticidas, herbicidas y asesoría técnica a precios justos, así como a tecnología tradicional o más moderna desarrollada en México, que bien podría coadyuvar a aumentar los rendimientos y la producción total de maíz en el país (*ver también capítulo 7*). Dado lo anterior, parece muy extraño y paradójico que se quiera promover la tecnología de transgénicos desarrollada para condiciones distintas a las nuestras, o que se quiera incentivar la biotecnología agrícola contemporánea sin contar con un plan integral de desarrollo del campo y el mejoramiento de los principales cultivos de México.

La insuficiente producción de maíz en México no es tan grave gracias al incremento de la superficie destinada a su siembra en Sinaloa, así como a los altos rendimientos obtenidos en la producción de este grano en este estado. Sin embargo, esta situación ha desencadenado otro tipo de problemas cuyo principal origen radica en que la infraestructura y los sistemas de riego de las tierras sinaloenses fueron planeadas originalmente para la producción de hortalizas y frutales de exportación. Ahora, gran parte de dichas extensiones son ocupadas para la siembra de maíz, cultivo impulsado por grupos con grandes intereses económicos que promueven la autorización de la siembra de transgénicos en el norte del país. Además, estos altos rendimientos se deben en parte a los altos subsidios que reciben los agricultores de maíz en esa región y que absorben gran parte de los subsidios destinados al campo por el Estado. En este sentido, no debe olvidarse que entre el 81 al 85% de la producción de maíz proviene de áreas de temporal (Anónimo, 1999; Ramírez V. *et al.*, 2012).

Frente a la disyuntiva anterior, es importante mencionar que en los primeros años de siembra bajo condiciones óptimas, el uso de maíz transgénico no implicó mayores rendimientos (*ver capítulo 4*). En el capítulo 6 de este expediente se resumen otras insuficiencias de estos desarrollos que, sin embargo, sí implican riesgos importantes y particulares para el caso de México por ser su centro de origen.

³ Hacia 1986 al fusionarse las tres instituciones nacionales de investigación forestal, agrícola y pecuaria, el INIFAP contaba con tres mil investigadores; hacia el 2010 esa cifra era de 1063 investigadores.

Variedades liberadas por otras instituciones públicas

En forma paralela al trabajo realizado por el INIFAP, en otras instituciones públicas también se ha llevado a cabo mejoramiento genético de maíz y otros cultivos. Algunas de estas variedades mejoradas se inscriben en el Catálogo de Variedades Factibles de Certificación (CVC) —ahora Catálogo Nacional de Variedades Vegetales (CNVV)—, por medio del cual se tiene acceso al proceso de inspección y calificación de semillas. Algunas de estas instituciones son: UACH, UDG, UANI, UNAM y UAAAN. La otra fuente fundamental de variedades son todas las semillas locales, que se incrementan específicamente para autoabasto. Una alternativa de abastecimiento de semillas para México debería considerar necesariamente, en primer plano, las variedades del INIFAP por su número y adaptación a condiciones específicas, así como por el dominio de su recomendación. Sin embargo, en forma paralela debe fortalecerse la participación de universidades y otras instituciones públicas que posean materiales mejorados. El INIFAP cuenta con el mayor número de variedades mejoradas listas para utilizarse en un programa emergente, como el que pretende la SAGARPA, además de ser la institución de investigación y desarrollo de variedades de maíz más importante en el país, por lo que podría realmente impactar al campo mexicano si se apoyara como antes.

Tecnologías tradicionales como alternativa para la producción sustentable de maíz en México: la milpa y el policultivo como sistemas que favorecen la agrobiodiversidad

La milpa es un agroecosistema altamente diversificado, cultivado desde los tiempos prehispánicos en Mesoamérica, en lo que hoy es México. El tamaño y la riqueza de sus cultivos dependen del contexto ecológico (clima, suelo, agua, vegetación circundante, pendiente, entre otros), socioeconómico (estructura y dinámica de la organización familiar y la fuerza de trabajo, necesidades de consumo, desarrollo de mercado de productos y el laboral, principalmente), político (instituciones sociales, políticas de desarrollo, tratados, organizaciones políticas) y cultural (cosmovisión, significados, aspectos simbólicos, diversidad en la alimentación, entre otros).

Las primeras descripciones de la milpa fueron realizadas por cronistas españoles como fray Diego de Landa, en Yucatán. Existen igualmente

trabajos etnohistóricos del periodo colonial que nos ofrecen información valiosa (García Bernal, 1976; Suárez Molina, 1977; Patch, 1978; Farris, 1984, y otros). Entre los primeros estudios de la milpa realizados en el siglo XX que señalan sus condiciones productivas y sus constricciones encontramos, por ejemplo, los de Lundell (1933), Steggerda (1942), Pérez Toro (1942), Emerson (1953), Hernández-Xolocotzi (1959) y Bye y Linares (1983).

Todos estos trabajos coinciden en señalar que la milpa ha formado parte del sistema agrario de la mayor parte de las familias rurales indígenas y mestizas de nuestro país. La riqueza de plantas cultivadas y de recursos genéticos se combina con un complejo mosaico orográfico, climático y de suelos, que van desde pedregosos hasta arcillosos, lo que ha originado una diversidad de prácticas agrícolas (varios ciclos al mismo tiempo, diferentes cuidados, deshierbes múltiples) orientadas a lograr una alta productividad y un mejor control de enfermedades, plagas y depredadores, haciendo un uso mucho más eficaz de los elementos ambientales que son sustento de la agricultura: suelo, irradiación solar, agua, etcétera. Además, estos sistemas de policultivo son opciones agroecológicas sustentables con menores impactos al ambiente que los monocultivos extensivos altamente tecnificados (Altieri M. y Nicholls C., 2000). Un eslabón indisoluble de este conjunto de estrategias productivas es la cosmovisión de los milperos. Para ellos, los rituales y los aspectos espirituales ligados a la agricultura milpera son indispensables e indisolubles. Diversos pueblos realizan ofrendas a la Madre Tierra, piden permiso de cultivo, hacen la petición de lluvia y agradecen la cosecha, entre otros rituales (Limón Olvera, 2000).

La economía milpera se basa en la siembra de muchos cultivos y el mantenimiento productivo de plantas cultivadas y animales domésticos, así como el favorecer diversas especies silvestres de plantas y animales. La diversidad del cultivo milpero está íntimamente asociada a la variedad de nichos microclimáticos generados por gradientes locales en la humedad, temperatura, radiación solar, etcétera, y el aprovechamiento óptimo de los recursos, la energía y el espacio en el campo de cultivo y entre las milpas. Así, los milperos cultivan de una a cinco milpas que se atienden secuencial o simultáneamente. Esta estrategia busca la seguridad de la cosecha. Además, entre las actividades de la economía milpera, encontramos la cría de animales, la ganadería de monte y de solar, el aprovechamiento forestal, la cacería, la apicultura y la recolección de plantas alimenticias, medicinales y ornamentales.

En particular, en los policultivos de la milpa pueden estar intercalados diversas razas de maíces, calabazas y frijoles, así como el chilacayote y tubérculos como el camote, la yuca, la jícama, las calabazas. Igualmente, algunos otros cultivos pueden sembrarse al lado del maíz, tales como el ñame, los chiles, los tomates, la chaya, flores, frutas y hortalizas como el pepino o la sandía. El ciclo del maíz va desde las siete semanas, conocido como *nal t'el* en Yucatán, hasta el de seis y ocho meses en Oaxaca o la sierra de Sinaloa.

Terán y Rasmussen reportaron la existencia de 16 especies en las milpas yucatecas del siglo XVI, mismas que pertenecen a 9 familias botánicas y representan 67 variedades de las especies cultivadas. Para las milpas mayas actuales, estos mismos autores reportan un total de 32 especies con 95 variedades en total para las milpas estudiadas (Terán y Rasmussen, 1994). En el sur de Yucatán se encontraron milpas mayas con un total de 18 especies, 9 poblaciones de maíces y 32 variedades de hortalizas, flores y tubérculos (Lazos, 1992). En Ocotil Chico, en la sierra de Santa Marta, Los Tuxtlas, se encontraron 22 especies cultivadas y 65 no cultivadas de las cuales el 31 % tiene algún uso (Martínez F., 2008). Con esta riqueza las familias logran la cosecha de cultivos tiernos y maduros a lo largo de todo el año.

En los últimos quince años, bajo la política nacional agropecuaria y de desarrollo rural después de la introducción del TLCAN, esta riqueza de policultivos ha disminuido drásticamente. Actualmente, las familias indígenas y mestizas cultivan sólo uno o máximo cuatro espacios de milpa, de dos a cuatro razas de maíces, dos a cinco cultivos intercalados y de dos a seis cultivos aledaños. A pesar de la grave problemática comercial y productiva reflejada en los bajos rendimientos, la fuerte erosión de suelos, las malezas, sequías, plagas de almacenamiento y los bajos precios, en Oaxaca se sigue encontrando familias milperas con policultivos que incorporan entre cuatro y 12 variedades de frijol, por ejemplo. Sin embargo, la superficie de siembra bajo estos regímenes de policultivo ha disminuido considerablemente y en muchas comunidades también de Oaxaca, los precios bajos de la fuerza laboral y de los cultivos, la alta migración y la escasez de mano de obra han ocasionado que se abandonen las milpas y se dé lugar a monocultivos de maíz.

La transformación en monocultivos debe considerarse como alarma roja internacional, pues la pobreza de la diversidad agrícola provoca pobreza alimentaria y nutricional para la población rural y urbana, pérdida de la autosuficiencia alimentaria así como mayor dependencia

de las importaciones, tanto de alimentos básicos como de alimentos industrializados de baja calidad nutricional. Por ello, el retomar las tecnologías tradicionales como la milpa y los policultivos es muy importante. En la siguiente sección se presentan algunas estrategias en este sentido que constituyen alternativas para la producción sustentable de maíz en México y que, sin duda, contribuirían a alcanzar la soberanía alimentaria del país.

Experiencias de agroecología comunitaria: el caso de GEA

Agricultura, comunidad y territorio

El Grupo de Estudios Ambientales A.C. (GEA) acompaña desde 1977 a comunidades campesinas e indígenas. El Maestro Efraím Hernández Xolocotzi, asesor de esta asociación, contribuyó a que se reconocieran y valoraran los antecedentes que albergan estas comunidades, como la milpa, un sistema agrícola tradicional de raíz milenaria que reposa en un complejo entramado cultural y biológico, y los conocimientos tradicionales que conforman la ciencia campesina o *ciencia de huarache*, como él la llamaba (Díaz León y Cruz León, 1998). El conocimiento y entendimiento de esta enorme riqueza ha resultado de un constante diálogo de saberes, a contracorriente del extensionismo que desde entonces fomentaba el modelo agroindustrial. A partir de los noventa, el gobierno mexicano practicó en forma sistemática una política de expulsión de los campesinos y de apertura comercial (Marielle, 2007). Ambos procesos han ido minando esta riqueza de manera preocupante.

Como se ha insistido en este expediente, México es centro de origen y diversidad de muchas plantas cultivadas y auspiciadas, se trata de procesos de domesticación y coevolución extraordinariamente ricos, basados en formas de vida y relaciones de larga duración. Los maíces nativos y otros productos de las milpas, como frijoles, calabazas, quelites, chayotes, chiles, han sido y son seleccionados, intercambiados, sembrados y cuidados por los pueblos indígenas y campesinos (Esteve y Marielle, 2003).

Año con año, en las milpas mexicanas, respondiendo a diferentes situaciones y contingencias ambientales y climáticas, con tecnologías y conocimientos propios que optimizan las limitantes de espacio, propician los equilibrios del suelo, diversifican la producción; ahí resiste

esta agricultura que crea y recrea el sentido de colectividad y que ha garantizado una alimentación sana y diversa, con innumerables tradiciones culinarias.

Estos pueblos, como guardianes de las semillas nativas, tienen una importancia fundamental frente a la erosión genética del sistema alimentario mundial, a la agricultura industrial y al control de las empresas. La pérdida de la agrobiodiversidad reduce la seguridad alimentaria mundial. Antes de la introducción de la Revolución Verde, y de la dependencia de fitomejoradores y empresas semilleras, el sistema alimentario nacional se basaba en el germoplasma y en la experiencia campesina (Boege, 2008).

En la antigua concepción del *Altepetl* (*in atl, in tepetl*, el agua, la montaña), como unidad o integralidad de un pueblo con su territorio, se reflejan formas de organización social de los *pueblos del maíz*, herederos no sólo de una agricultura milenaria, sino también de formas colectivas de vivir en armonía con el agua, con la montaña, con la tierra. En muchas regiones del país aún se expresan estos modos que buscan equilibrios y relaciones territoriales respetuosas; pueblos que han desarrollado y adaptado estrategias de sobrevivencia y tejidos sociales para seguir existiendo; que han sabido ocupar, domesticar, diversificar y conservar muchas riquezas.

No se trata de sistemas sociales acabados, perfectos o inmutables, sino que están en constante movimiento y cambio. De hecho se encuentran muy deteriorados por las presiones del exterior, del sistema social dominante; pero su capacidad de resistencia los mantiene como expresión actual de otra matriz civilizatoria, con cosmovisiones, conocimientos, creencias, sistemas normativos y de valores, educación y lengua propias, formas de propiedad, de trabajo y tecnologías, entre otros elementos que se sustentan en la milpa y el territorio (Rendón, 2004).

Estos son algunos antecedentes que ayudan a entender cómo, a contracorriente de las políticas neoliberales, el México indígena y campesino se mantiene vivo. Cabe señalar que más del 50 por ciento del territorio nacional se encuentra bajo régimen de propiedad social, en manos de ejidos y comunidades, y que buena parte de los bosques y selvas del país está bajo la custodia de estos pueblos.

Frente a la crisis ambiental, climática y alimentaria, con sus múltiples causas y amenazas, frente a los cambios tecnológicos vertiginosos y a las políticas, leyes y programas agroalimentarios y ambientales

implementados en los últimos años, en cada región cada comunidad encara de diferentes maneras su problemática agrícola y territorial, en muchos casos aportando prácticas, estrategias y conocimientos muy valiosos, no para volver al pasado sino para construir un futuro más sustentable.

La comprensión y el fortalecimiento de la agricultura campesina-indígena implica entonces mirar la integralidad ecológica de los territorios y la racionalidad de su manejo, y su relación con los sistemas normativos y mecanismos de regulación de los recursos naturales en cada lugar.

Se hace camino al andar..

En este capítulo queremos compartir nuestra experiencia hacia una agroecología comunitaria, desde la vivencia del Programa Sistemas Alimentarios Sustentables (SAS) de GEA, como parte de una propuesta más amplia: el Programa Integral Regional de Manejo Campesino de Recursos Naturales y Sistemas Alimentarios Sustentables.⁴ Presentamos algunos elementos de su enfoque y estructura, y en especial los aprendizajes del trabajo agroecológico.

En 1994, GEA se acercó a comunidades de la montaña baja de Guerrero por invitación de la organización campesina SSS Sanzekan Tinemi,⁵ entonces comenzó un proceso de vinculación e intercambio con más de 20 comunidades que marcaría el inicio de un camino de mutuo aprendizaje y de construcción de alternativas concretas.

Si bien en esta región las comunidades enfrentan una situación de gran pobreza y procesos de erosión ambiental y social acelerados, en los diagnósticos comunitarios, pronto se encontraron muchas riquezas, así como apuestas y desafíos. El primer reto fue empezar a conocer y entender el manejo campesino del territorio en cada comunidad, esto

⁴ Trabajo con el que GEA ganó el Premio Ecuatorial 2012 otorgado por el PNUD a 25 iniciativas locales de todo el mundo que avanzan hacia el desarrollo sustentable y la resiliencia (<http://equatorinitiative.org/>); el Premio AMER 2013, por la Asociación Mexicana de Estudios Rurales a la mejor experiencia en desarrollo rural sustentable, y el Premio Elinor Ostrom Award on Collective Governance of the Commons (<http://elinorostromaward.org/2013-Award-Results>).

⁵ Si bien la relación intensa con la Sanzekan Tinemi continuó por más de una década, después cada organización siguió su propio rumbo. GEA trabaja de manera directa con las comunidades y los ejidos a través de sus instituciones. Desde ahí las comunidades pueden convocar esfuerzos y articularse con diferentes actores en función de sus propios proyectos.

incluye los conocimientos, las prácticas y la organización o formas de gobierno.

Desde el nacimiento del Programa Manejo Campesino de Recursos Naturales (Macarena)⁶ de GEA, dos enfoques han orientado el trabajo regional.

En primer lugar, la familia campesina basa su reproducción en el manejo simultáneo de múltiples subsistemas complementarios: la parcela agrícola, el huerto, los animales domésticos, la recolección y la caza, la producción y venta de artesanía, la comercialización de pequeñas cantidades de productos en los mercados locales y regionales y el jornaleo dentro y fuera de la región. Las unidades familiares campesinas y las comunidades no se especializan; no son sólo agrícolas o ganaderas, forestales o artesanales, jornaleras o migrantes, sino todo al mismo tiempo. La diversificación de actividades, no la especialización, permite disminuir los riesgos y garantizar la sobrevivencia. Nuestras acciones buscan fortalecer estas estrategias y sistemas diversificados, en ellos se basa el diseño del programa integral regional.

En segundo lugar, pensamos que la clave de un manejo sustentable del territorio y sus recursos está en las capacidades organizativas y de autorregulación de las comunidades, que dependen de la fortaleza de sus propias instituciones y de los mecanismos para convocar esfuerzos y resolver conflictos. Esto, además de una hipótesis de partida, ha representado un eje transversal para trabajar con las comunidades de la región.

Desde sus inicios el Programa Macarena se abocó a entender las instituciones en cada comunidad, y en particular las que regulan el acceso y uso de los recursos naturales: por qué y cómo se establecen, cómo se vigilan, cómo y por qué se ajustan. Se encontraron normas, acuerdos, prácticas y creencias que regulan tiempos, cantidades, lugares, reparto equitativo, entre otros aspectos, de cada recurso (agua, leña, palma, maguey, pastoreo-agricultura...), basados en conocimientos muy precisos y tendientes a buscar equilibrios entre la satisfacción de las necesidades y la sustentabilidad de su manejo y aprovechamiento (Aguilar *et al.*, 2002).

Los trabajos de Elinor Ostrom y de la Asociación Internacional para el Estudio de los Comunes (IASC por sus siglas en inglés) nos han

⁶ El programa Macarena fue iniciado por Jasmín Aguilar (q.e.p.d.) en 1995 y es coordinado por Catarina Illsley.

permitido reflexionar con mayor profundidad sobre la relación entre las instituciones locales y el estado de los recursos naturales (Ostrom, 2000), y entender a las comunidades como sistemas socioambientales complejos (Ostrom, 2009). En estos años hemos confirmado que la presencia y fortaleza de las instituciones comunitarias genera un margen de autonomía donde la toma de decisiones, basadas en la información y reflexión colectiva, puede representar la base para el control y el manejo sustentable del territorio.

Por ello, en esta experiencia hemos tratado de que todas las acciones fortalezcan la institucionalidad comunitaria. Cuando nos referimos a las instituciones comunitarias hablamos principalmente de las asambleas, los sistemas de cargos, el tequio, la fiesta y la propiedad colectiva de la tierra. La mayor parte de las comunidades con las que colaboramos son campesinos de origen nahua que han perdido su lengua materna, núcleos agrarios formados después de la revolución mexicana, que han heredado, generado y adaptado tradiciones organizativas a sus sistemas de gobierno.

La región pinta un complejo mosaico derivado de su particular historia de reparto agrario. Se encuentran comunidades constituidas por pequeñas propiedades, muchos pequeños ejidos y algunas comunidades agrarias, que se organizan en torno a autoridades agrarias y civiles, representadas por comisariados ejidales o de bienes comunales y comisarios municipales. Ambas autoridades convocan a asambleas para la toma de decisiones, también se nombran comités para atender aspectos de la vida comunitaria. Comisariados, comisarios y comités son parte de los sistemas de cargos reconocidos y respaldados por la comunidad. Los cargos se turnan en forma rotativa y no son remunerados, son entendidos como servicio al pueblo.

Estas formas de autogobierno local no son infalibles, pero siguen mostrando su flexibilidad, coherencia y capacidad de adaptarse a situaciones cambiantes. En la región, factores como la entrada de los partidos políticos, la cultura clientelar y la individualización de la pobreza, y situaciones que rebasan el ámbito de control de las comunidades, como la pobreza estructural, los programas de gobierno, el mercado, la migración, entre otros, tienden a romper con el cuidado que se ha implementado desde las instituciones locales. Esto se refleja en el creciente deterioro de los recursos naturales muy contrastante de una comunidad a otra. La capacidad de establecer un margen de autonomía y estructuras organizativas fuertes puede tener más peso sobre

la sustentabilidad que factores como la relación entre la extensión del territorio y su población (Díaz *et. al.*, 2008).

Acompañando la organización comunitaria del territorio

El Programa Integral Regional que GEA impulsa actualmente con una veintena de comunidades de los municipios de Chilapa, Ahuacuotzingo y Zitlala, estado de Guerrero, tiene como objetivo general fortalecer las capacidades comunitarias para avanzar hacia un mayor control y un manejo sustentable de sus territorios.

Se trata de una construcción colectiva de propuestas por la tierra, los montes, las aguas y la agricultura campesina, reuniendo los esfuerzos de asambleas, autoridades y comités comunitarios; de animadores y promotores campesinos; de colectivos de trabajo; de niños, niñas y jóvenes; de escuelas; y de los programas Macarena desde 1995, y SAS y GEAVIDEO desde 2001. Buscamos aprender sobre las relaciones que sustentan la vida comunitaria y reforzar los tejidos sociales.

Nos organizamos en líneas de trabajo que se articulan según los acuerdos de trabajo que se establecen con cada comunidad:

- El manejo comunitario del monte y la biodiversidad: línea Tepec, los montes, el cerro.
- La conservación del suelo y el agua de la comunidad: línea Coatl, laderas, barrancas, cauces y manantiales.
- La agroecología comunitaria: línea Tlalli, la tierra, la parcela.
- El manejo del ganado y las áreas de pastoreo: línea Wakax, vacas, bestias, burros y chivos.
- El patio, el solar y la vivienda campesinos: línea Chantli, el hogar.
- El agua, salud y alimentación con escuelas: línea Atzintli, nuestra agüita querida.

Estas líneas procuran ir nutriendo sueños y planes de trabajo comunitarios, escolares, colectivos y familiares, en diferentes espacios del territorio y niveles de toma de decisiones. El agua ha sido un elemento integrador. La planeación campesina de microcuencas, como parte de estos procesos, ha permitido trabajar con una mirada más integral.

En cada línea se desarrollan actividades de diseño metodológico, investigación, acompañamiento técnico, comunicación y formación. Los estudios de ecología, biología, geología, hidrología, agronomía, antropología, entre otros, y el uso de herramientas como la cartografía, han enriquecido nuestras capacidades para acompañar los procesos en las comunidades.

La formación en lo teórico, lo político y lo jurídico ha adquirido mucha relevancia para la defensa del territorio, las semillas y la vida. Como líneas transversales, para promover la valoración de las memorias, los saberes y las culturas campesinas, hemos impulsado la comunicación andariega y un proyecto educativo con niños, niñas y jóvenes: las Jornadas por la Madre Tierra.

Aprendiendo y enseñando, multiplicando el encuentro, se han ido tejiendo, poco a poco, espacios de generación, rescate e intercambio de saberes, y propuestas de formación con promotores de diferentes edades, con niños, jóvenes y adultos, con la comunidad, con estudiantes universitarios y entre comunidades. También se han tendido puentes con otras experiencias, con compañeros y compañeras de la región y de otras regiones.

En la región ha sido fructífera la vinculación con la Unidad Académica Preparatoria No. 26 de Chilapa, la radio educativa comunitaria Uan Milauak Tlajtoli y con algunas parroquias que desarrollan trabajos de medicina tradicional y cuidado del territorio.

Se han establecido procesos de colaboración cada vez más profundos con instituciones académicas como la Universidad Autónoma de Guerrero, la Universidad de los Pueblos del Sur, el Centro de Investigaciones en Ecosistemas de la UNAM, la Universidad Autónoma Chapingo y la Universidad Autónoma Metropolitana; estudiantes, profesores e investigadores han enriquecido su formación en la vinculación con las comunidades y han devuelto diversas investigaciones y tesis que enriquecen los proyectos desde diferentes campos de conocimiento.

Hacia una agroecología comunitaria

Hace más de diez años, los integrantes del Programa SAS iniciamos un diálogo con compañeros de varias comunidades campesinas guerrerenses, y nos decidimos a caminar juntos, con los principios de la agroecología como propuesta para avanzar hacia sistemas alimentarios

sustentables, es decir, pensando desde la producción hasta el consumo de los alimentos.⁷

En los primeros espacios de reflexión colectiva iniciamos el análisis de los problemas y las necesidades de la agricultura y comenzamos a proponer alternativas; poco a poco fuimos buscando en la memoria y la experiencia de la región al platicar lo que hacían los abuelos ante situaciones parecidas, lo que se dejó de hacer, lo que se sabe en cada pueblo. En talleres de diagnóstico revisamos con las comunidades en la historia y los calendarios de los sistemas de cultivo, para entender los cambios en los paisajes, en las prácticas agrícolas y en la comida. También buscamos otras experiencias que vinieran a reforzar la sustentabilidad de las parcelas.

A continuación presentamos algunos elementos de los diagnósticos y reflexiones sistematizadas por los promotores campesinos:

“El primer cambio tecnológico que recordamos fue el arado de fierro, hace más o menos 60 años. Pero desde los años setenta comenzaron a entrar las semillas híbridas y los fertilizantes, herbicidas e insecticidas químicos. En los primeros años las tierras dieron las mayores cosechas que recordamos, y muchos nos acostumbramos a esos nuevos modos de cultivar. Algunas familias fueron perdiendo formas tradicionales y fueron perdiendo la confianza en sus conocimientos”.

“El arado de fierro remueve bien la tierra para la siembra, pero los suelos se lavan más con las lluvias. Los fertilizantes químicos amucharon las cosechas sólo por unos años. Campesinos y parcelas nos acostumbramos a ellos, y ahora son más caros y ya no levantan igual las cosechas, aunque echemos más. Hay terrenos que de a tiro ya están muertos”.

“Las semillas mejoradas o híbridas, que también se compran cada año, han venido a ilusionarnos para que abandonemos nuestras semillas criollas, para que dejemos nuestros maíces, pero no en todos los terrenos se adaptan, en algunas comunidades los híbridos que dieron buenos resultados los fuimos acriollando”.

“Los plaguicidas químicos han matado a los insectos que dañan, pero también a los buenos y a la fuerza de nuestras tierras. Con los herbicidas limpiamos más rápido, pero hemos ido perdiendo las formas de trabajo familiar y, sobre todo, nuestra milpa tradicional de muchos

⁷ Los principios agroecológicos son explicados en el libro *¡SAS! Una experiencia campesina hacia Sistemas Alimentarios Sustentables*, coordinado por Catherine Marielle y publicado por GEA en 2008, el cual relata los primeros seis años de experimentación y promoción agroecológica regional del Programa SAS de GEA, iniciados en colaboración con la Sanzekan Tinemi.

cultivos. Ahora hay plagas, enfermedades, hierbas y zacates que antes no había y que difícilmente se controlan, pues ya se hicieron resistentes a los agroquímicos, que además cuestan mucho”.

El diagnóstico ponía énfasis en que muchas tecnologías comerciales, en vez de resolver los problemas de la producción campesina en esa región los habían hecho más grandes.⁸ Los problemas identificados eran muchos: falta de tierras, fertilidad, cambios en el clima, plagas, recursos familiares, emigración, pérdida de confianza en lo propio, entre otros, tal vez por eso algunos compañeros se animaron a conocer otras experiencias.

Comenzó así un proceso de capacitación y experimentación de diferentes prácticas, como los abonos orgánicos (aboneras, bocashi, agropplus); salsas, macerados, tés y caldos minerales para el control de plagas y enfermedades; trazado de curvas a nivel y recuperación de prácticas tradicionales para conservar suelo y agua; selección de semillas desde la parcela, entre otras.

Para compartir las propuestas, y con los acuerdos de probarlas cada quien en su parcela y de sistematizar, evaluar y poner en común los resultados de todos, emprendimos la Planeación Parcelaria Ecológica (PPE), en la que cada familia definía las prácticas que se animaría a realizar en el siguiente o los siguientes ciclos agrícolas. Así establecimos las primeras parcelas experimentales y los modos, tiempos y prioridades para darles seguimiento.

Para saber cómo iban saliendo los trabajos, acordamos poner atención en varios indicadores. Los escogimos porque de por sí son las señales que campesinos y campesinas observan para apreciar la salud de la milpa y la parcela. Cada año, cuando ya había elotes, se tomaron datos como el grosor y el color de las matas de maíz, la humedad de la tierra, las plagas y enfermedades y la diversidad de plantas comestibles.

⁸ Cabe señalar que el principal cultivo en la región es el maíz (en la mayoría de los casos la milpa), principalmente de temporal y para autoconsumo, algunas familias llegan a vender sus excedentes (en general la región es deficitaria de productos básicos). La mayoría de las familias tienen entre media y dos hectáreas de parcela, algunas no tienen tierras y trabajan como peones o medieros y son menos las que llegan a tener hasta cinco hectáreas. Los terrenos de la región son principalmente de ladera, en alturas que varían de los 900 a los 2 500 metros sobre el nivel del mar; hay pequeños valles agrícolas donde llegan a encontrarse áreas de riego. El rendimiento promedio se ha calculado en 700 kg/ha. Sierras, cañadas y valles forman un mosaico de climas donde encontramos desde selva baja caducifolia, hasta encinares y pequeñas áreas de pino y encino en las partes más altas, pasando por pastizales y palmares. Caen alrededor de 1 200 milímetros anuales de lluvia.

Ya con la cosecha, se valoró la productividad de la parcela en maíz, frijol y calabaza. Con estos datos, a inicios de cada año nos reunimos para compartir los resultados y planear los trabajos del siguiente ciclo.

La PPE, la experimentación y el seguimiento anual de los resultados comenzaron con 30 familias campesinas de 12 comunidades, animadas a ser "experimentadoras", con el objetivo de transitar hacia una agricultura orgánica. Con un sistema de monitoreo sencillo nos esforzamos por ilustrar los resultados de los primeros cinco años y analizarlos con los experimentadores, sin olvidar que el mundo campesino es mucho más complejo. En todas las parcelas se habían recuperado o incorporado prácticas ecológicas en diferentes temas de manejo (tipo de semillas, agrodiversidad, rotación de cultivos, fertilización, control de plagas, conservación de suelo y agua).

Se compartieron diferentes casos: parcelas que elevaron notoriamente sus rendimientos (de 1,152 a 3,519 kg/ha, en el caso de Don Florentino García de Topiltepec) y que dejaron totalmente el uso de insumos agroquímicos; parcelas que ya no daban prácticamente nada y fueron recuperando su fertilidad y rendimiento (de 200 a 1,000 kg/ha, en el caso de Doña Vicenta Salazar de La Providencia); y parcelas donde se fueron combinando prácticas agroecológicas y uso de insumos agroquímicos, en función de la estrategia familiar, también con buenos resultados (Marielle, 2008). Este proceso de evaluación permitió generar una confianza colectiva.

Cuando la familia campesina analiza la aportación agroecológica de cada técnica a su parcela, así como sus posibilidades o limitantes para realizarla, y comienza a valorar su viabilidad, entonces inicia el diálogo, se cuestiona la conveniencia de continuar o buscar opciones más cercanas a su realidad. Esto permitió identificar las técnicas más sencillas, baratas y efectivas, las que mejor se adaptaron a los tiempos campesinos y a los materiales locales; y, sobre todo, voltear la mirada a las experiencias y conocimientos de cada comunidad.

Las prácticas orientadas a recuperar la vida y la fertilidad de la parcela han sido las más aceptadas, en buena parte porque responden a uno de los mayores problemas: el agotamiento del suelo y la dificultad para obtener fertilizante, además de la preocupación por los daños que causan los agroquímicos al ambiente y a la salud. Cada experimentador fue adaptando los abonos orgánicos a los materiales, cantidades y formas de aplicación en función de su experiencia y sus posibilidades. En poco tiempo prosperaron conocimientos sobre su eficacia en los diferentes

tipos de suelo y cultivos de la región y se desarrollaron procesos organizativos en torno a las aboneras, en varias comunidades se formaron colectivos para su elaboración con el principio de la mano vuelta.⁹

Los talleres a nivel regional y comunitario permitieron, entre 2002 y 2007, involucrar a un centenar de familias de 22 comunidades. Las parcelas experimentales y sus resultados fueron despertando el interés de más personas por acercarse a los experimentadores, y eso comenzó a generar espacios propios de intercambio en las comunidades. Los encuentros intercomunitarios favorecieron el intercambio y los lazos regionales.

La reivindicación de la gran variedad de semillas nativas o criollas, aptas para diferentes suelos, climas, temporales, sistemas de cultivo, gustos y sabores, ha sido uno de los ejes. La identificación de *Zea parviglumis* en comunidades del municipio de Chilapa, conocido localmente como acintle, enriqueció la reflexión colectiva sobre los orígenes de la agricultura y sobre la importancia de la defensa de los maíces nativos frente a amenazas como la contaminación transgénica ya presente en milpas campesinas de otras regiones del país (Quist y Chapela, 2001 y estudios de la Red en Defensa del Maíz en Villa *et al.*, 2012).

La clasificación campesina de 16 variedades de maíz, 13 de frijol y cinco de calabaza, además de decenas de verduras nativas y quelites, y la identificación de las diferentes razas y variedades con el apoyo del doctor Rafael Ortega Paczka (Marielle *et al.*, 2012), también motivaron a muchos compañeros y compañeras a sentirse orgullosos de producir sus propios alimentos, mantener esta riqueza y recuperar una alimentación diversa.

En esos años, varios experimentadores dijeron que no era suficiente el trabajo en cada parcela; que tocaba animar a otros compañeros de sus pueblos a entrarle a la recuperación de la tierra y el cuidado de las semillas criollas. Así nacieron los animadores agroecológicos.

Los planes comunitarios de microcuencia

Como ya se mencionó, desde 1994 el Programa Macarena venía colaborando con comunidades de la región para mejorar el aprovechamiento y cuidado de la palma soyate (*Brahea dulcis*), el maguey papalote (*Agave*

⁹ La mano vuelta o cambio de brazo consiste en que amigos o conocidos se ponen de acuerdo para juntos llevar a cabo trabajos de cada quien, por lo general pesados.

cupreata) y los montes. Conforme se profundizó en el diálogo, el agua fue apareciendo como el elemento articulador para mirar el territorio y los recursos naturales en su conjunto. Así nació el proyecto Agua Compartida Para Todos,¹⁰ diseñado con todas las comunidades participantes, y comenzó un intenso proceso de formación de promotores campesinos en el manejo comunitario del agua para apoyar a las autoridades agrarias y los comités del agua de varios pueblos en la realización de su planeación comunitaria de microcuencas,¹¹ siempre buscando el diálogo y el acuerdo de la asamblea.

La microcuenca como unidad de planeación y el agua como recurso eje han permitido integrar los diferentes espacios y subsistemas campesinos (monte, parcelas agrícolas, áreas de pastoreo, barrancas, cauces y manantiales, casas, patios y solares y espacios públicos como las escuelas), desde sus aspectos geohidrológicos, bióticos, para así unir los espacios naturales con los sociales: las microcuencas y el territorio comunitario (Illsley, 2012).

En los procesos de planeación campesina de microcuencas y en las asambleas comunitarias se fueron analizando el conjunto de propuestas técnicas probadas a lo largo de varios años, en este caso la agroecología en parcelas. Esto permitió acercar a los animadores agroecológicos con las autoridades y los comités de agua y enriquecer los planes de trabajo.

En esta segunda etapa avanzamos para integrar más los esfuerzos de todos, reflexionando con las comunidades sobre el papel de las parcelas en las microcuencas. Viendo por ejemplo que la calidad del agua de los manantiales depende de la salud de muchas parcelas, y que los fertilizantes, herbicidas e insecticidas químicos contaminan tierras y aguas, cada vez más familias han retomado propuestas como los abonos y los insecticidas naturales, procurando así cuidar el agua, los alimentos y la salud de toda la comunidad.

¹⁰ El proyecto Agua Compartida Para Todos, coordinado por Catarina Illsley, cuenta con el apoyo de la Fundación Gonzalo Río Arronte, IAP. Recibió el Premio Estatal al Mérito Ecológico 2007 y el Premio Latinoamericano y del Caribe del Agua, otorgado por CATHALAC en Panamá, donde Otoyahualco fue finalista en la Categoría Comunidad 2007.

¹¹ La planeación comunitaria de microcuencas, así como las obras de conservación de suelo y agua y otros aspectos del quehacer de Macarena, se explican en el libro *Agua compartida para todos. Una propuesta metodológica para el manejo comunitario del agua*, coordinado por Catarina Illsley y publicado por GEA en 2008.

Se comenzaron a impulsar, junto con obras de conservación de suelo y agua, talleres comunitarios de alimentación de la tierra, cuidado de suelo y agua en la parcela, salud de la parcela y control natural de plagas, selección y cuidado de semillas nativas. Muchos animadores agroecológicos, sin ser una figura formal, fortalecieron su compromiso y sus estrategias de animación.

Actualmente 17 comunidades de la región¹² impulsan planes de manejo campesino de microcuencas, de manejo de especies forestales no maderables (maguey papalote) y cuidado de los montes, de animación agroecológica y tecnologías apropiadas, entre otros trabajos. Se han establecido 67 parcelas experimentales, más de 800 personas se han formado en diferentes aspectos de la agroecología, 412 han recuperado o incorporado prácticas sustentables en más de 300 hectáreas, y las comunidades cuentan con 62 animadores agroecológicos. Más de 200 mujeres y sus familias impulsan la sustentabilidad y la autogestión en el manejo de la energía, el agua y la producción de alimentos desde la casa, el patio y el solar; se han formado 54 animadoras que participan de manera destacada en sus comunidades.

Desde el proyecto Agua Compartida Para Todos, con más de 2,000 pequeñas obras comunitarias, se han reactivado manantiales, restaurado suelos, revertido procesos de erosión, construido presas, terrazas y abrevaderos, mejorando la calidad y la cantidad de agua disponible. En 25 escuelas se han impulsado planes de trabajo para tener agua limpia, instalaciones sanitarias dignas y ecológicas, y procesos educativos sobre alimentación y salud basados en la vida campesina. Con la participación de autoridades, padres de familia, maestros, niños, niñas y jóvenes, las escuelas se vuelven una caja de resonancia hacia la comunidad. Por ejemplo, se han levantado 11 huertos escolares para producción de hortalizas.

La agricultura comunitaria y los guardianes

La experiencia técnica acumulada a lo largo de estos años nos permite caminar hacia la comunidad con propuestas concretas. Ver cómo par-

¹² Ahuihuiyuco, Tepozcuaatla, Tenexatlajco, El Peral, El Jagüey, Atenoxola y Santa Cruz, del municipio de Chilapa; Topiltepec, de Zitlala; Mazapa, Acateyahualco, La Yerbabuena, Anexo Mazapa, Totolintla, Tlalcomulco, Trapiche Viejo, Xocoyolintla y Otoyahualco, del municipio de Ahuacuoatzingo.

celas muy degradadas han vuelto a dar buenas cosechas ha animado y ha ayudado a recobrar la confianza en la agricultura propia.

Hemos aprendido mucho acerca del carácter comunitario de la agricultura y dimensionado muchos saberes y prácticas que sobreviven junto con el amor a la tierra, a la comunidad y a la cultura. Encontramos formas para recuperar y mantener la vida de los suelos de manera sencilla y barata, que favorecen que los microorganismos benéficos se repongan y vuelvan a ayudar a los cultivos.

Buscando en la memoria, la gente recordaba muchas formas de trabajar la tierra de los abuelos, pero buscando en la comunidad, en los sabedores, en los campesinos de experiencia, vimos que estas ideas y prácticas siguen vivas, se recrean, se actualizan y que cada familia genera innovaciones constantemente, que sus modos de planear consideran las fuerzas y los recursos, los gustos por los sabores y colores de las cosechas y las necesidades específicas.

Existen múltiples prácticas y saberes para alimentar la tierra, algunos llevan a sus parcelas el abono de vacas, bueyes, chivos o caballos que se junta en los corrales y los patios, incluso caca de murciélago o majada de hormiga, lama de monte o de la barranca, o los restos de soyate, de hojas de maíz y de todo tipo de materia orgánica; otros incorporan jihuites, pajón y rastrojo (los abonos verdes de la región); con el bramadero¹³ algunos aprovechan de manera muy eficiente el descanso de la parcela; también existen muchos conocimientos sobre la rotación de cultivos y sobre los tipos de asociación particulares en cada clima, tipo de suelo y sistema de producción.

Se encuentran en todas las comunidades experiencias para conservar suelo y agua en las parcelas. La agrodiversidad de las milpas, que muchas familias preservan a pesar de la entrada de los herbicidas, contribuye a mantener la humedad y los equilibrios del suelo, con las mismas lluvias y en el mismo espacio se producen gran variedad de alimentos; la agricultura de tlacolol¹⁴ implica conocimientos acumulados

¹³ El bramadero consiste en amarrar los animales a estacas que se cambian de lugar, por lo general cada semana, en las partes más empobrecidas de la tierra de labor.

¹⁴ El tlacolol es una antigua forma de practicar la agricultura de montaña, pertenece a los sistemas de roza, tumba y quema. En la región se resguardan saberes para el manejo del agua y el suelo, así como una gran variedad de semillas apropiadas a sus condiciones específicas. Posibilitan la producción de alimentos en laderas con mucha pendiente, a veces pedregosas, donde otras tecnologías fracasarían. La conservación del suelo, el agua y la biodiversidad es fundamental para mantener o recuperar la sustentabilidad de su manejo impactada por múltiples factores.

durante muchos años para manejar el agua en las parcelas, cuidar la capa fértil del suelo, mantener la humedad y seleccionar semillas especiales; los tecorrales son muros de piedra que ayudan a retener el suelo y su humedad en terrenos con pendientes significativas; el surcado a nivel, desnivel y los cornejales, así como los canales derivadores de corrientes permiten manejar el exceso o la falta de agua.

En parcelas donde se mantiene la diversidad de cultivos, la salud de la tierra y la diversidad de insectos, es más difícil que se presenten plagas o que causen perjuicio. También es común la costumbre de sembrar o tolerar al ruedo de la milpa plantas repelentes y hospederas (Marielle *et al.*, 2012).

Los calendarios agrícolas guardan incontables saberes, los campesinos de experiencia conocen muchas señales sobre los vientos, los calores, los fríos, las lluvias, la luna, y en las pláticas se ayuda la comunidad para tomar decisiones. Diversos conocimientos se toman en cuenta para decidir sobre las siembras y las cosechas, el corte de la leña y la madera, la cría de los animales. El momento de la siembra es una de las decisiones más importantes de las familias. Las que conservan diferentes tipos de semillas y parcelas con distintas condiciones agroecológicas tienen mayor seguridad de cosecha aunque el temporal venga malo.

Los rituales y las fiestas agrícolas, como la petición de lluvias para el buen temporal, la xilocruz para agradecer los primeros elotes, San Miguel para espantar al mayantle, que es la pobreza y la necesidad del pueblo, o el huentele u ofrenda para agradecer a la Madre Tierra por la cosecha, muestran el vigor de la agricultura campesina-indígena y de la comunidad.

Ahora vemos más claro que en las memorias, prácticas y experiencias, tradicionales e innovadoras, que viven en cada comunidad, está el punto de partida para solucionar muchos de los problemas de la producción y la alimentación en la región. Esta mirada nos ha llevado a la búsqueda de los sabedores de los pueblos, a quienes llamamos *los guardianes*.

Nuestro compromiso es asesorar a las autoridades, comités y animadores agroecológicos y a toda la comunidad en la búsqueda de información técnica y científica que fortalezca la toma de decisiones. Pero también vemos el reto de acompañar en la construcción de formas de trabajo que favorezcan la recuperación de la memoria y que animen la recreación de los saberes locales, que refuercen la autonomía y la autosuficiencia, que profundicen el diálogo.

Tlalli: Agroecología Comunitaria

La etapa actual del trabajo agroecológico se ha construido en diálogo con las autoridades, los animadores y los comités de agua. El propósito es fortalecer la agricultura campesina indígena y la defensa de las semillas criollas, la milpa y todos los espacios que proveen alimentos dentro del territorio, a fin de avanzar hacia la autonomía alimentaria de las comunidades.¹⁵

En asambleas, talleres, recorridos o festivales se enriquece la planeación familiar y comunitaria del ciclo agrícola. También en conjunto se evalúan los resultados de las prácticas, se acuerdan las formas y los tiempos del acompañamiento técnico y de la animación comunitaria, se diseñan investigaciones y experimentación sobre los temas que preocupan. De manera particular se informa y se reflexiona sobre nuevas amenazas como los transgénicos y la importancia de la defensa territorial de los maíces nativos o criollos.

Se han multiplicado los espacios de intercambio impulsados por promotores, animadores, comités y autoridades. En especial el diálogo para rescatar, generar, analizar, valorar y resguardar conocimientos, buenas prácticas e innovaciones campesinas. Con propuestas educativas se propicia el encuentro entre los más pequeños, los jóvenes, los más grandes y los abuelos.

Algunas reflexiones finales

En este camino se entrelazan constantemente lenguajes y mundos diferentes. Uno es el mundo campesino, basado en la práctica, la experiencia de la realidad y la palabra dicha; experto en las condiciones locales y la sobrevivencia. Otro es el mundo técnico, el de las teorías, el experimental, el de la palabra escrita, el de los especialistas y las referencias externas (Vargas y Piñeyro, 2005).

Los saberes locales pueden ser fortalecidos con ideas, reflexión e investigación que ayuden a comprender y enfrentar con eficacia situaciones que rebasan el ámbito de control comunitario e impactan en sus

¹⁵ La autonomía alimentaria tiene que ver con el derecho de los pueblos a decidir qué sembrar, cosechar y comer, y con tener control sobre los alimentos que entran y salen del territorio. La autonomía alimentaria de las comunidades y regiones enriquece, fundamenta y comparte sus principios con una soberanía alimentaria como país.

capacidades de resiliencia, adaptabilidad y autonomía. Sin embargo, para comprender problemáticas complejas se requiere tiempo, profesionalismo y saberes técnicos especializados que permitan entablar diálogos de saberes fructíferos.

El reto es lograr formas de asesoría respetuosa. Es importante aportar conocimientos profesionales y lograr una perspectiva multidisciplinaria, así como conocer sus propias limitaciones. Es imprescindible saber escuchar y respetar a las personas que viven en el campo, y sus formas de pensar y organizarse.

No pasamos por alto que la sociedad dominante ha menospreciado la riqueza de saberes y estrategias de los pueblos campesinos e indígenas, y que las políticas neoliberales han llevado a desarticularlos, a romper sus tejidos sociales para implantar su lógica: la del dinero.

Hemos podido ver cómo los modos extensionistas y la llegada de "soluciones" conducen a la gente a involucrarse en proyectos que transforman sus formas de vida, a veces amarrándola a la dependencia, o imponiendo nuevos significados y relaciones dentro del territorio. Los criterios mercantiles como rendimiento y rentabilidad, en sistemas socioambientales basados en la diversificación y la autosuficiencia, deben ser analizados con detenimiento.

En la región por ejemplo,¹⁶ siguen llegando paquetes tecnológicos (semillas híbridas, fertilizantes, herbicidas e insecticidas químicos) a través de programas de gobierno y las empresas; se han instalado invernaderos de jitomate con su paquete agroquímico,¹⁷ generando en ambos casos dependencia técnica, monetaria y de insumos externos, además usados con criterios clientelares o partidistas que pasan por encima de la institucionalidad comunitaria. De manera preocupante están llegando proyectos privados de plantaciones de higuera para biocombustible, ofreciendo dinero por hectárea reconvertida, que se

¹⁶ La región de Chilapa no cuenta con grandes recursos estratégicos, ni es considerada prioritaria para la conservación; no han llegado compañías mineras con concesiones para explotación como ha ocurrido en comunidades cercanas de la montaña y la costa. Es más bien considerada una región de reproducción de mano de obra que la producción comercial consume en otros lugares por tiempo parcial.

¹⁷ Por un lado, se acelera el deterioro de las bases productivas para obtener beneficios de corto plazo para un grupo de campesinos dentro de la comunidad, cumpliendo metas institucionales que no prevén los riesgos del mercado, ni la disponibilidad de agua; por otro lado, puede implicar situaciones de mayor vulnerabilidad para familias que tienen que invertir dinero y energía en una actividad en la que si un año les va mal tendrán problemas para alimentarse.

entrega principalmente en insumos agroquímicos, semillas y alambre para cercar, y prometiendo precio y compra de la cosecha, ¿y la producción de alimentos básicos?, ¿y el cuidado del suelo para alimentar a la población y a las futuras generaciones?

Mientras tanto, numerosas experiencias agroecológicas han mostrado no sólo sus posibilidades y alcances para sostener la vida en las comunidades, sino también para revivir los mercados regionales e incluso construir nuevas formas de economía solidaria. Estudios importantes han registrado cómo las prácticas, estrategias y conocimientos campesinos e indígenas y las técnicas adaptadas que han incorporado, permiten enfrentar y dar salidas a fenómenos como el cambio en los patrones de la lluvia, los vientos y el calentamiento global.¹⁸

La pequeña experiencia aquí relatada muestra cómo a partir del reconocimiento de las instituciones locales se pueden construir proyectos de desarrollo a nivel regional, elaborados, aplicados y vigilados por las comunidades, desde sus necesidades, prioridades y anhelos. Las comunidades organizadas pueden recuperar sus espacios y sistemas de producción de alimentos, manantiales y cauces de agua, montes y biodiversidad. Resguardar y revitalizar año con año las semillas campesinas, patrimonio de los pueblos al servicio de la humanidad.

Finalmente, pensar en diferentes escalas nos lleva a problemas más complejos, reconstruir la soberanía alimentaria del país implica repensar el sistema socioeconómico. ¿Cómo garantizar el derecho a la alimentación en el campo y la ciudad? ¿Cómo avanzar hacia sistemas alimentarios sustentables? Nosotros seguiremos trabajando desde donde nos toca: comprometidos con la sociedad, los pueblos y la Madre Tierra.

Biotecnología agrícola no transgénica, bioinformática y aprovechamiento de la agrobiodiversidad: loci de caracteres cuantitativos

La biotecnología contemporánea, en combinación con los métodos bioinformáticos computacionales, ofrece opciones prometedoras de

¹⁸ El Proyecto Andino de Tecnologías Campesinas, en su inspiradora trayectoria, ha visibilizado la importancia del saber andino en prácticas adaptativas sobre el cambio climático (Pratec, 2011). El estudio "Midiendo la resistencia agroecológica campesina ante el huracán Mitch en Centroamérica", con una importante investigación de campo en Guatemala, Honduras y Nicaragua, permitió identificar tendencias claras en la resistencia agroecológica ante estos fenómenos meteorológicos (Holt-Giménez, 2002).

apoyo para el mejoramiento de las razas nativas de maíz, en la caracterización o identificación de variantes nativas, en la generación de nuevas variedades, y también en la generación de nuevas tecnologías para coadyuvar en prácticas de producción de maíz de manera sustentable y especializada. Sin pretender una revisión exhaustiva de estas posibilidades, en este apartado sintetizamos el potencial de algunas de las más favorecidas en los últimos años. Estas tecnologías no implican la liberación en el ambiente de transgénicos, ni tampoco la transgénesis de las plantas comestibles, por lo que constituyen opciones mucho menos riesgosas que las que están ofertando las compañías biotecnológicas más grandes (Monsanto, Pioneer, Agro Dow, Syngenta y Bayer, entre las más importantes). Como ha quedado claro en los capítulos anteriores, dichas tecnologías implican riesgos, incertidumbres y posibles peligros más preocupantes y, en algunos casos, irreversibles, sobre todo cuando se trata de la liberación en el ambiente de especies en su centro de origen y/o diversificación o la transformación genética de plantas alimenticias.

El enfoque más prometedor de mejoramiento no transgénico implica el uso de la diversidad genética presente en las variedades nativas. La agrobiodiversidad es un recurso que puede explotarse de manera sustentable para enriquecer la base genética de las plantas cultivadas. En las variedades nativas de maíz de México, por ejemplo, existen innumerables alelos aún no caracterizados que podrían mejorar la productividad del grano y la respuesta del maíz a retos ambientales tanto abióticos, como bióticos.

En maíz se ha demostrado la posibilidad de encontrar y caracterizar variabilidad genética que confiere resistencia al ataque de gorgojos y picudos (*Sitophilus zeamais*) (Serratos *et al.*, 2003). La diversidad genética de las miles de variedades de maíz nativas de nuestro país así como la que está presente en las poblaciones silvestres de teocintle tiene un potencial enorme para el mejoramiento de las mismas variedades nativas que ya están bastante bien adaptadas a las condiciones en las cuales crecen.

En otros cultivares como el jitomate (*Solanum lycopersicum*) también se ha explorado el potencial de la diversidad genética natural. Por ejemplo, se han evaluado genotipos que contienen una pirámide de tres loci independientes promotoras del rendimiento en *Solanum pennellii*, una especie silvestre del mismo género que es tolerante a la sequía y tiene frutos verdes. Los híbridos obtenidos presentaron incrementos en su rendimiento de más de 50% con respecto de las variedades de jitomate

que fueron usadas y que son las preferidas en el mercado. Estos resultados se mantuvieron tanto en condiciones de campo con sequía, como en campos irrigados (Gur y Zamir, 2004). Existen muchos más ejemplos de diferentes cultivos que también muestran el potencial de este tipo de enfoque, el cual puede impulsarse sin la necesidad de los transgénicos para romper barreras en los rendimientos. Cabe mencionar que en contraste con estas tecnologías prometedoras, el uso de maíz transgénico no ha dado el aumento en el rendimiento esperado.

Esta forma de mejoramiento, asistido por marcadores moleculares y herramientas bioinformáticas de *loci* que subyacen a la variación de caracteres cuantitativos como el rendimiento, se puede combinar con algunos enfoques novedosos de modificación genética que no implican los riesgos e incertidumbres de los métodos usados hasta ahora para la transformación genética. Algunas de las modalidades de estos nuevos enfoques tampoco implican el uso de secuencias exógenas, permitiendo así controlar el sitio de modificación de genes endógenos o la inserción de las variantes alélicas de otras variedades de la misma especie a introducir (Shukla *et al.*, 2009), pero por otra parte no podemos descartar que su liberación en el ambiente en centros de origen y diversificación, en donde será imposible evitar el flujo génico hacia variedades locales, aún podría implicar riesgos importantes. Éste será el caso, sobre todo, si son desarrollos privados y patentados. Sin embargo, lo que resulta claro ante estas nuevas propuestas tecnológicas es que todos los transgénicos que actualmente se ofertan en el mercado son obsoletos, pues ya han probado sus insuficiencias y riesgos y, por lo tanto, no debería experimentarse con ellos y, mucho menos, ser liberados en el ambiente en centros de origen y diversificación.

Conclusiones

El problema con el enfoque de la biotecnología agrícola contemporánea es que no ha tomado en cuenta las enormes variaciones en la ecología, las presiones de la población, las relaciones económicas y las organizaciones sociales que existen en cada una de las regiones en donde se pretende aplicar. Esto es cierto para el caso de la biotecnología desarrollada para el maíz y las características, necesidades y potencialidades del campo mexicano. Este desajuste se ha caracterizado por tres aspectos: los paquetes biotecnológicos homogéneos no son adaptables a la heterogeneidad

campesina y sólo funcionan en condiciones similares a las de los países industriales y de las estaciones experimentales; el cambio tecnológico benefició principalmente la producción de bienes agrícolas de exportación, comerciales e industriales, producidos prioritariamente en el sector de grandes predios, impactando marginalmente la productividad de los productos alimenticios, que son cultivados en gran medida por el sector campesino. Así, América Latina se ha convertido en un importador neto de insumos químicos y maquinaria agrícola, aumentando los gastos de los gobiernos y agravando la dependencia tecnológica (Altieri y Nicholls, 2000). Estos hechos se cumplen en el caso de las tecnologías de la Revolución verde, así como en el de las nuevas tecnologías derivadas del ADN recombinante, como los transgénicos.

En México existen alternativas tecnológicas no transgénicas que podrían usarse para asegurar una producción excedentaria de maíz de alta calidad de manera sustentable. Pero sobre todo, en México hay alternativas agroecológicas de policultivo, como la milpa, que han probado sus bondades en términos de sustentabilidad y suficiencia en la producción de una diversidad de alimentos sanos y seguros para proveer a los campesinos de una dieta balanceada. Estas tecnologías tradicionales se han incentivado en algunas regiones (casos acompañados por GEA, como ejemplo) o mantenido de manera exitosa. Pero también existen métodos de mejoramiento por técnicas clásicas, tanto de variedades nativas como de híbridos mejorados, que han probado su potencial. Entre ellas, algunas de las tecnologías derivadas de las desarrolladas por la misma Revolución Verde, que si bien deben adecuarse y regularse para no causar deterioro ambiental, podrían también aplicarse para aumentar significativamente los rendimientos de maíz y llegar a niveles excedentarios, sobre todo en las áreas de agricultura más extensiva. Todas estas tecnologías, junto con la creación de bancos de germoplasma locales, podrían apoyarse en nuevas herramientas biotecnológicas que prescindan del uso de plantas transgénicas para su liberación al ambiente, y no implican los riesgos inherentes a estas últimas; además, podrían combinarse con el uso de tecnologías tradicionales que aseguren una producción especializada y sustentable de cultivos diversos, seguros y de alta calidad.

Las propuestas presentadas en este capítulo son coherentes con las hechas por diversos científicos en el sentido de que es la producción familiar a pequeña escala la que puede garantizar un abasto suficiente de alimentos seguros, a la par que se asegura la conservación de la bio-

diversidad (IAASTAD, 2009). En un estudio reciente se documenta que la producción de alimentos en pequeña escala por unidades familiares puede ser mayor o equiparable a la lograda por la agricultura industrial extensiva, pero en el primer caso se conserva y promueve la biodiversidad (tanto natural como cultivada), mientras que en la segunda se destruye y se producen efectos nocivos en el ambiente. Sólo una agricultura a pequeña escala puede permitir la conservación y conexión de los parches de vegetación natural que quedan sin destruir en las zonas más biodiversas del mundo. Tal es el caso de los biomas de México, en donde aún se intercala agricultura familiar con vegetación natural, y se ha visto que la consolidación de los campos de cultivo en vastas extensiones de siembra con gran cantidad de insumos industriales no coadyuvará a la conservación de la biodiversidad, sino todo lo contrario. Ante ello, los autores reportan que el modelo a seguir es uno de matriz, que permite la interconexión de los parches de vegetación natural y, por lo tanto, su conservación a largo plazo, así como una producción sustentable y suficiente en campos de cultivo intercalados que necesitan de pocos o nulos insumos industriales. La "matriz agroecológica" es el área abierta a la producción de alimentos en la cual están los parches de vegetación natural interconectados. La agricultura tradicional que se basa principalmente en prácticas agroecológicas (uso de fertilizantes orgánicos en vez de químicos, control de plagas biológico en vez de pesticidas, selección de variedades resistentes, y agroforestería que combina cultivos, árboles frutales y de sombra o nativos), como las propuestas en las experiencias de GEA, proveen una matriz que permite el movimiento de propágulos de plantas y de animales entre parches de vegetación natural. Además, estos sistemas agroforestales permiten una explotación sustentable de las especies de los parches de vegetación natural (Perfecto y Vandermeer, 2010).

Este patrón que aún se practica en varias regiones del país desde la época prehispánica bajo el sistema de roza, tumba y quema, permite la recuperación de la vegetación natural. Bajo dicho sistema tradicional es posible soportar grandes densidades de pobladores, a la vez que se conserva el bosque natural y su biodiversidad (Hernández Xolocotzi, 1959).

El desarrollo agrícola implica inevitablemente un cierto grado de transformación física de los paisajes y de artificialización de los ecosistemas, sin embargo, es esencial concebir estrategias que enfatizen métodos y procedimientos para lograr un desarrollo sustentable. El

enfoque agroecológico del que se habló en este capítulo puede servir como paradigma directivo, ya que define, clasifica y estudia los sistemas agrícolas desde una perspectiva ecológica y socioeconómica. Este enfoque minimiza los efectos ambientales nocivos de la agricultura (por ejemplo, la emisión de gases de efecto invernadero como el CO_2) y usa los recursos abióticos y bióticos de una manera mucho más eficiente. Además de proponer un método para diagnosticar la salud de los sistemas agrícolas, la agroecología define los principios ecológicos necesarios para desarrollar sistemas de producción sustentables en marcos socioeconómicos específicos (Altieri y Nicholls, 2000).

Esta propuesta también coincide con las conclusiones del reporte *International Assessment of Agricultural Knowledge, Science and Technology for Development* (IAASTD, 2009), en donde se concluye que la agricultura sustentable agroecológica de pequeña escala (familiar) es la mejor manera y la más amigable con el ambiente para aliviar el hambre en el mundo, al mismo tiempo que se promueve un desarrollo sustentable (McIntyre, 2009). Los estudios de la Dra. Elinor Ostrom, recién galardonada con el premio Nobel de Economía, apoyan también esta propuesta, y la importancia de proteger lo colectivo, así como apoyar las iniciativas locales comunitarias y tradicionales para el manejo sustentable de los recursos naturales. Ésta es la única vía (en contraste con las privadas y gubernamentales) que ha probado ser eficaz para generar sistemas productivos que permiten la conservación de la naturaleza a largo plazo (Gibson y McKean, 2000; Costanza y Wilson, 2001; Burger *et al.*, 2001). Este hecho ha quedado también documentado en el estudio de Boege (2008), para el caso de México.

Bibliografía

- Aguilar, J., T. Gómez y C. Illsley. (2002). *Normas comunitarias campesinas e indígenas para el uso y acceso de los recursos naturales*. México, GEA.
- Altieri, M.A y Nicholls. (2000). *Agroecología. Teoría y práctica para una agricultura sustentable en Red de Formación Ambiental para América Latina y el Caribe*. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. México D.F.
- Anónimo. (1999). El maíz en México: algunas implicaciones ambientales del Tratado de Libre Comercio de América del Norte. En Comisión para la Cooperación Ambiental (edits.). *Evaluación de los efectos am-*

- bientales del Tratado de Libre comercio de América del Norte. Comisión para la Cooperación Ambiental. Montreal, 66-182.
- Aveldaño Salazar R. y 55 colaboradores. (1992). *El Programa Nacional de Maíz de Alta Tecnología*. En Documento de circulación interna. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. México, D.F.
- Ávila-B., C. H. (2010). *La agricultura tradicional y la conservación de los recursos naturales en México en Este País*, 226, 46-50.
- Boege, E., (2008). *El patrimonio biocultural de los pueblos indígenas de México*. Instituto Nacional de Antropología e Historia Nacional y Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas.
- Burger Joanna, Norgaard Richard B., Policansky David, y Goldstein Bernard D. (2001). *Protecting the Commons: A Framework for Resource Management in the Americas*. Island Press, Washington, D.C.
- Bye R. y Linares E. (1983). The role of plants found in the Mexican markets and their importance. In *Ethnobotanical studies en Journal of Ethnobiology* 3, 1-13. 54.
- Castillo González F., Martínez Zambrano, Domingo Molina y Muñoz Orozco. (1999). Cambios morfológicos y tolerancia a sequía en maíz mediante selección masal para rendimiento en condiciones de sequía. En *Revista Fitotecnia Mexicana* 01.
- Costanza Robert, Low Bobbi, y Wilson James. (2001). *Institutions, Ecosystems, and Sustainability*. Boca Raton: Lewis Publishers.
- Díaz León, M. y A. Cruz León (comp.), (1998). *Nueve mil años de agricultura en México. Homenaje al Dr. Efraín Hernández Xolocotzi*. México: GEA y Universidad Autónoma Chapingo.
- Díaz, L., C. Illsley y C. Marielle (2008). *Integral peasant land-use planning: A method for strengthening local institutions for community-based management of natural resources*. 12th Bienal Conference of the International Association for the Study of Commons (IASC). England: University of Gloucestershire.
- Emerson R. A., (1953). A Preliminary Survey of the Milpa System of Maize Culture as Practiced by the Maya Indians of the Northern Part of the Yucatan Peninsula. In *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 40(1), 51-62
- Esteva, G. y C. Marielle (coords). (2003). *Sin maíz no hay país*. México: Dirección General de Culturas Populares e Indígenas del Consejo Nacional para la Cultura y las Artes.

- Farris Nancy. (1984). *Maya Society Under Colonial Rule*. New Jersey, E.U.A.: Princeton University Press.
- García Bernal. (1976). La sociedad de Yucatán, 1700-1750. En *Escuela de Estudios Hispanoamericanos*, Sevilla, España.
- García-Lara S., Serratos J.A., Burr A.J, Díaz-Pontones D.M, Arnason J, Bergvinson DJ. (2003) Defensas naturales en el grano de maíz al ataque de *Sitophilus zeamais* (Motsch. Coleoptera: Curculionidae): Mecanismos y bases de resistencia. *Revista de Educación Bioquímica* 22(3), 138-145.
- Gibson Clark y McKean Margaret A., (2000). *People and Forests: Communities, Institutions, and Governance*. Cambridge, MIT Press.
- Gur A. y Zamir D. (2004). *Unused Natural Variation Can Lift Yield Barriers in Plant Breeding*. En *PLoS Biol* 2(10):1610-1615. [Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC514488/>].
- Hernández Xolocotzi, E. (1959). La agricultura en la Península de Yucatán. En: Beltrán, E. (ed.) *Los recursos naturales del Sureste y su aprovechamiento*. México, D.F.: Publ. IMRNR, Vol. 2, 3-57
- Holt-Giménez, E., (2002). *Measuring farmers agroecological resistance after Hurricane Mitch in Nicaragua: a case study in participatory, sustainable land management impact monitoring*. University of California-Elsevier Science.
- IAASTAD. (2009). *Evaluación Internacional del Conocimiento, Ciencia y Tecnología en el Desarrollo Agrícola. Seguridad alimentaria en un mundo inestable*. Panfleto en Síntesis temática. Island Press.
- Illsley, C. (coord.), (2008). *Agua compartida para todos. Una propuesta metodológica para el manejo comunitario del agua*. México: GEA.
- Illsley, C., (2012). *Enfoque y estructura del proyecto Agua Compartida Para Todos*. México: GEA [Inédito].
- Lazos Chavero, E. (1992). La invención de los transgénicos: ¿nuevas relaciones entre sociedad y cultura?. En *Nueva Antropología*, 21(68), 9-35
- Limón Olvera, (2000). La sacralidad en la agricultura: Ritos en México, ayer y hoy. En *Scripta Ethológica*. Vol. XXII, 99-112
- Lundell, Cyrus C. (1933). "The Agriculture of the Maya". In *Southwest Review* 19, 65-77
- Marielle, C. (coord.). (2007). *La contaminación transgénica del maíz en México. Luchas civiles en defensa del maíz y de la soberanía alimentaria. Estudio de caso*. México: GEA.

- Marielle, C. (coord.) (2008). *¡SAS! Una experiencia campesina hacia Sistemas Alimentarios Sustentables*. México: GEA.
- Marielle, C., L. Díaz, M. López-Alavez y A. Alarcón (coords.). (2012). *Morral campesino. Hacia una agroecología comunitaria*. México: GEA.
- Martínez F., J. I. (2008). *La agrodiversidad del sistema de producción milpero en Ocotil Chico, San Pedro Soteapan. Veracruz, México*. Tesis profesional. Facultad de Ingeniería en Sistemas de Producción Agropecuaria. Universidad Veracruzana, 77.
- McIntyre Beverly D. (2009). Central and West Asia and North Africa (CWANA) report. En *International assessment of agricultural knowledge, science and technology for development (IAASTD)*. Washington, D.C.: Agriculture at a crossroads Series, Island Press.
- Ostrom, E. (2009). A general framework for analyzing sustainability of social-ecological systems. En *Science* 325, 419-422.
- Ostrom, E., (2000). *El gobierno de los bienes comunes. La evolución de las instituciones de acción colectiva*. México: UNAM-CRIM-FCE.
- Patch Robert, (1978). El mercado urbano y la economía campesina en Yucatán durante el siglo XVIII. En *Revista de la Universidad de Yucatán*, XX:117-118, 83-96.
- Pérez Toro A. (1942). "La Milpa". Gobierno de Yucatán. Mérida Yucatán, México.
- Perfecto y Vandermeer. (2010). Small Family Farms in Tropics Can Feed the Hungry and Preserve Biodiversity. En *Proceedings of the National Academy of Sciences*. [Disponible en: www.physorg.com/news186072369.html]
- PRATEC (2011) *Adaptación al Cambio Climático y Saber Andino*. Lima: PRATEC-Broederlijk Dellen.
- Quist, D. y I. Chapela (2001) Transgenic DNA introgressed into traditional maize landraces in Oaxaca, Mexico. *Nature*, 414, 541-543.
- Ramírez V., B.; G. Ramírez V y P. Juárez Sánchez. (2012). *Competitividad del campesino mexicano en la producción de maíz: estudio longitudinal en once municipios al oriente del estado de Puebla*. [Disponible en: <http://agrinet.tamu.edu/trade/papers/compite.pdf>]. Consultado el 20 de abril de 2012.
- Rendón, J.J. (2004). *Taller de diálogo cultural*. México: Universidad de Guadalajara-Universidad Iberoamericana.
- SAGARPA/FILCOS/COLPOS, (2008-2009). *Proyecto para la Producción de Maíz de Invierno en la Región Sur-Sureste de México (2008-2009)*. Informe

- de evaluación de desempeño e indicadores de impacto. [Disponible en: www.firco.gob.mx]
- Schwentenius, R.; M. A. Gómez C. y A. de Ita. (2000). *¿Cuánta liberalización aguanta la agricultura? El impacto del TLCAN en el sector agroalimentario*. México: Cámara de diputados. LVII Legislatura. Comisión de Agricultura. Universidad Autónoma Chapingo. Centro de Estudios para el Cambio en el Campo Mexicano, 348.
- Shukla et al., (2009). Precise genome modification in the crop species *Zea mays* using zinc-finger nucleases. *Nature* 459, 437-41.
- SIAP. (2010). *Servicio de información Agroalimentaria y Pesquera*. [Disponible en: www.siap.gob.mx]. Consultada en Diciembre de 2010.
- Steggerda, M., (1942). *Maya Indians of Yucatán*. Publication 531, Carnegie Institute of Washington, D.C.
- Suárez Molina, V. (1977). *La evolución de Yucatán a través del siglo XIX*. Universidad de Yucatán, México.
- Terán, S. y Rasmussen C. (1994). *La Milpa de los Mayas en Ministerio de Relaciones Exteriores de Dinamarca*. Mérida, Yucatán.
- Turrent Fernández A. (1986). *Estimación del potencial productivo actual de maíz y frijol en la República Mexicana*. México: Colegio de Postgraduados, Chapingo, 165.
- Turrent Fernández A., Aveldaño Salazar R. y Moreno Dahme R. (1996). Análisis de las posibilidades técnicas de la autosuficiencia sostenible de maíz en México. *Terra* 14(4), 445-468.
- Turrent Fernández A., Camas Gómez R., López Luna A., Cantú Almaguer M., Ramírez Silva J., Medina Méndez J. y Palafox Caballero A. (2004). Producción de maíz bajo riego en el Sur-Sureste de México: II. Desempeño financiero y primera aproximación tecnológica. *Agric. Tec. Mex.* 30(2), 205-221.
- Vargas, R. y N. Piñeyro. (2005). *El Hidroscopio*. Montevideo: PNUMA-UNESCO.
- Villa, V., E. Robles, J. Godoy y R. Vera (eds.). (2012). *El maíz no es una cosa: es un centro de origen*. México: Coa-Casifop-Grain-Editorial Itaca.
- Yañez-Arancibia A. y J.W. Day. (2010). La zona costera frente al cambio climático: vulnerabilidad de un sistema biocomplejo e implicaciones en el manejo costero. En E. Rivera-Arriaga, I. Azuz-Adcath, L. Alpuche Gual y G. J. Villalobo-Zapata (eds.). *Cambio climático en México, un enfoque Costero-Marino*. Universidad Autónoma de Campeche cetsy-Universidad, Gobierno de Estado de Campeche, 944.