

92

El papel de los conocimientos locales en el paradigma sustentable

Nueva Antropología

• María Josefa Santos Corral, **Políticas y conocimientos para el cuidado del ambiente** • Gladys Martínez Gómez, **Conocimientos locales: aprendizajes a lo largo de la vida para la sustentabilidad** • Antonio Castro-Escobar, **Participación de las instituciones gubernamentales y educativas como generadoras de las bases para el desarrollo de la agricultura sustentable** • Rebeca de Gortari Rabiela, **De la Revolución Verde a la agricultura sustentable en México** • Mina Kleiche-Dray, Lucile Roussel, Alexandra Jaumouillé, **ONG, agroecología y prácticas agrícolas locales: un caso de traducción en comunidades mixtecas y zapotecas en Oaxaca**

VOL. XXXIII, NÚM. 92, ENERO JUNIO DE 2020 ISSN 0185-0636

Nueva Antropología 92

El papel de los conocimientos locales en el paradigma sustentable

DE LA REVOLUCIÓN VERDE A LA AGRICULTURA SUSTENTABLE EN MÉXICO

Rebeca de Gortari Rabiela*

Resumen: Un reto de la seguridad alimentaria lo constituye la producción de satisfactores, en su mayor parte sostenida por pequeños productores, quienes además de asegurar un ingreso se encargan de proteger y cuidar el medio ambiente y el suelo. Al respecto, desde hace varias décadas se impulsa una transición del paradigma de la Revolución Verde hacia la agricultura sustentable, que implica establecer prácticas de conservación: movimiento mínimo de tierra, cobertura continúa con rastrojo, y rotación y asociación de cultivos, cambio que ha transformado las políticas ambientales y concebido iniciativas originales. Un ejemplo lo constituye el Programa MasAgro, apoyado por el CIMMYT y la Sagarpa desde inicios del 2010, que difunde conocimientos mediante formas de gobernanza novedosas, lo cual genera procesos de "desaprendizaje" en la práctica y visión de los pequeños productores heredadas de la Revolución Verde.
Palabras clave: Revolución Verde, agricultura sustentable, cambio paradigma, MasAgro.

From the Green Revolution to Sustainable Agriculture in Mexico

Abstract: One of the greatest challenges to food security is the production of basic foodstuffs, largely sustained by small producers, who in addition to ensuring their income, see to the protection and care of the environment, especially the soil. For several decades, a paradigm shift away from the Green Revolution model towards sustainable agriculture has been promoted, which implies establishing new agricultural practices advocated by Conservation Agriculture: minimum soil disturbance, permanent soil coverage with stubble, and crop association or rotation. This change has transformed environmental policies and led to the development of new initiatives. An example is the MasAgro Program (Sustainable Modernization of Traditional Agriculture), backed by CIMMYT and Sagarpa in Mexico since early 2010. It spreads knowledge through innovative governance, triggering processes of "unlearning" in the practice and vision inherited from the Green Revolution among small producers.
Keywords: Green Revolution, sustainable agriculture, paradigm shift, MasAgro.

INTRODUCCIÓN[1]

Desde fines de la década de 1990, la Food and Agriculture Organization (FAO, por sus siglas en inglés) propuso un cambio de paradigma del modelo de la Revolución Verde hacia una agricultura sustentable, ya que para este organismo el suelo es

* Instituto de Investigaciones Sociales, UNAM. Línea principal de investigación: sociología de la ciencia y la innovación. Correo electrónico: rebeca.degortari@gmail.com

[1] Agradezco a los dictaminadores sus comentarios, ya que contribuyeron a enriquecer el contenido del artículo.

uno de los elementos más frágiles. Por ello propuso atenderlo con prácticas de la Agricultura de Conservación. Esta propuesta surgió al tener en cuenta que la erosión del suelo y su pérdida a escala mundial ha avanzado de manera significativa. En el caso de México, de acuerdo con datos de 2013, alrededor de 77.4% de la superficie nacional degradada está asociada con las actividades agrícolas y pecuarias, y 16.4% con la deforestación y remoción de la vegetación. Por otra parte, del total de la superficie dedicada a las actividades agrícolas y pecuarias, 17.8% registra degradación química, 11.9% presenta erosión hídrica, 9.5% erosión eólica y 7.7% degradación física. La primera disminuye la fertilidad, la segunda compacta la tierra, y las restantes provocan pérdida de suelo superficial (Semarnat, 2013-2014).

La agricultura dominante derivada de la Revolución Verde (Gliessman, 2002, en Ferrer, s. f.) se apoyó en prácticas que no consideraban tanto las consecuencias socioambientales a largo plazo, como la dinámica ecológica de los agroecosistemas; sustituyó las variedades adaptadas a la diversidad natural por otras con alto potencial de rendimiento, e incorporó fertilizantes, maquinaria, combustibles y riego. Este modelo permitió incrementar la producción de granos, sin embargo, con él surgió una serie de problemas sociales y ambientales que no se consideraron, entre ellos: contaminación de alimentos, agua, suelos y personas por los pesticidas; desarrollo de la resistencia a los plaguicidas; dependencia creciente de los agroquímicos; merma en la capacidad productiva de los suelos por erosión y degradación, además, detrimento de nutrientes; requerimiento creciente de combustibles fósiles y pérdida de biodiversidad. Este conjunto de conflictos no solucionó los problemas de alimentación y de pobreza rural (Sarandon y Flores, 2014; Ferrer, s. f.). Uno de los inconvenientes de mayor significación fue que se apoyó en un crecimiento económico polarizado: un sector agrícola empresarial con bienes financieros y tecnología, y un numeroso grupo de minifundistas de escasos o nulos recursos.

Así, los grandes productores favorecieron el deterioro ambiental debido a la explotación intensiva, lo cual erosionó suelos y propició pérdida de fertilidad, deforestación, sobreexplotación de acuíferos y contaminación por el uso irracional de los agroquímicos; mientras, los pequeños agricultores de escasos recursos, para poder subsistir sobreexplotaron las tierras de manera inadecuada y una vez agotadas las abandonaron. A esto se aunó que, en países como México, desde los años cincuenta, con la Revolución Verde ingresaron empresas trasnacionales que, a través de donaciones y de la masificación del uso del paquete de agroquímicos, vinculado a los modelos de desarrollo agropecuario nacionales, alcanzarían una amplia difusión en diversas regiones del país, sobre todo entre los pequeños agricultores que quedaron fuera del modelo, que en gran medida es una de las causas primordiales de la degradación del suelo (Chilón, 2017). De acuerdo

con la Encuesta Nacional Agropecuaria de 2012 del entonces Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), los cinco principales insumos que utilizaban las unidades de producción para la actividad agrícola eran: fertilizantes químicos, herbicidas químicos, semilla criolla, tractor e insecticidas químicos.

La agricultura sustentable, en cambio, parte del reconocimiento de la heterogeneidad de los ecosistemas naturales y de los sistemas agrícolas, propiciando que las soluciones e intervenciones tecnológicas se diseñen de acuerdo con las comunidades considerando sus condiciones históricas y sociales. Entre sus principales objetivos podemos citar: una producción estable y eficiente en recursos productivos; seguridad y autosuficiencia alimentaria; uso de prácticas agroecológicas o tradicionales de manejo; preservación de la cultura local y la pequeña propiedad; asistencia a través de procesos de autogestión y participación de la comunidad, y conservación y regeneración de los recursos naturales (Altieri y Nicholls, 2000). De estos propósitos surge, entre otras, la Agricultura de Conservación. Por ello, la recuperación, protección y cuidado del suelo forman parte del cambio de paradigma asumido por las políticas ambientales y agrícolas tanto a escala internacional como entre los países en los que la transformación de las prácticas de los pequeños productores es clave. Un ejemplo lo constituye el Programa Modernización Sustentable de la Agricultura Tradicional (MasAgro) impulsado por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), apoyado por la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa), que inició en México en el año 2000, y el cual analizaremos desde dos perspectivas: ¿cómo la puesta en práctica de la agricultura sustentable implica un cambio de paradigma que se apoya sobre todo en la transformación y transferencia de nuevas tecnologías y conocimientos, así como en el "desaprendizaje" de los anteriores?, y ¿hasta dónde implica cambios culturales que involucran un cuestionamiento y tensiones en la lógica de los pequeños productores acerca de las prácticas y las visiones que tienen sobre el medio ambiente y el cuidado del suelo, resultado de su inserción en el paradigma cuya base era la agricultura convencional?

Para abordarlo, este trabajo está dividido en cinco partes. En la primera, hacemos referencia al significado que tiene la transición de un paradigma a otro, que va más allá de la introducción de un nuevo paquete tecnológico y conlleva cambios culturales. En la segunda, nos referimos a las implicaciones que impone tanto en las políticas públicas a partir de las nuevas regulaciones y normas, como en la gobernanza y participación de los distintos actores. En la tercera, abordamos el papel que ha desempeñado el CIMMYT desde la Revolución Verde y su participación y apoyo en la difusión de la Agricultura de Conservación. En la cuarta, abordamos el MasAgro y su funcionamiento a través un paquete tecnológico, el establecimiento de plataformas tecnológicas

y el apoyo de los extensionistas. En la última parte, hacemos referencia a algunos de los cambios que implica el nuevo paradigma y que conllevan procesos de asimilación y adopción de elevada complejidad para los pequeños productores.

Para este trabajo se consultó la página oficial de MasAgro, y se hizo acopio de información documental y de entrevistas con productores y responsables. Asimismo, se recolectaron datos tras consultar el *link* de CIMMYT; de *Enlace*, órgano difusor del Centro; y de entrevistas levantadas durante los cursos de capacitación organizados en las instalaciones del CIMMYT (para pequeños productores y responsables del programa). Los datos compilados estuvieron dirigidos, por una parte, a identificar los cambios que implican las prácticas agrícolas introducidas por el nuevo paradigma, y por otra, hasta dónde dichas prácticas implican la adopción de nuevos conocimientos y el "desaprendizaje" de los anteriores. Dicha información se contextualizó como parte del discurso sobre la Agricultura de Conservación pronunciado por actores internacionales como la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés) y de su traducción por organismos como el Centro de Mejoramiento.

EL CAMBIO DE PARADIGMA: DE LA REVOLUCIÓN VERDE A LA AGRICULTURA SUSTENTABLE

Cuando se menciona de un paradigma, se hace referencia a enfoques o perspectivas sobre el desarrollo rural que incluye "un conjunto de valores, conceptos y definiciones que permiten abordar un problema y configurar determinadas formas de entender el mundo, de intervenirlo desde una perspectiva más amplia. La idea de paradigma tiene que ver con la forma de concebir y hacer agricultura, de promover la modernización agrícola y de medir el desempeño sectorial" (Barrera, 2012). La citación de un paradigma tecnológico también se asocia con las innovaciones que pueden lograrse por los cambios de las características técnicas esenciales de los artefactos que lo identifican (Barrera, 2012; CEPAL, 2008: 149). Sin embargo, como señala Pérez (2007), la mutación hacia uno nuevo va más allá de lo tecnológico y conlleva modificaciones a nivel cultural en la medida en que cada paradigma implica un modo de producir, de trabajar, de convivir y de vivir. Dado que el cambio se hace sobre la marcha, es necesario comprender lo que se debe aprender de nuevas técnicas y conocimientos, al mismo tiempo que se desaprenden y abandonan los anteriores, lo cual implica un proceso de larga plazo.

El cambio de paradigma, además, sigue una secuencia que a veces se traslapa, que va de lo técnico a lo estratégico, pasa por lo organizativo e implica la transformación de arreglos institucionales. Es el caso de la agricultura, de los sistemas nacionales de investigación agroalimentarios, que conllevan nuevas formas de gobernanza.

Desde hace varios años se hace mención de que llegó a su fin el para-

digma en el que se apoyó la Revolución Verde, y que éste transita ahora hacia la idea de sustentabilidad; es decir, se consideraba a ese modelo de producción verde como sostén de la sociedad industrial y se le vincula al proceso de modernización que produjo incrementos en la producción y el rendimiento de granos de maíz, trigo y arroz; sin embargo, no se había hecho conciencia de los costos ambientales y sociales que trajo consigo (Ferrer, s. f.).

El paradigma de la Revolución Verde se basó en la investigación pública y en una importante transferencia internacional de tecnología, cuya base fue el desarrollo de germoplasma facilitado por instituciones como el CIMMYT, por medio de un paquete tecnológico de variedades de alto rendimiento, del uso intensivo de insumos como fertilizantes y agroquímicos, y con base en una racionalidad económica que tomaba en cuenta sólo el costo-beneficio sin considerar la variación y heterogeneidad regional, así como las escalas y diferencias entre pequeños y grandes productores. En dicho modelo, además, predominó un esquema de investigación y transferencia de tecnología lineal que establecía una clara separación de objetivos entre quienes creaban la tecnología y los extensionistas, que la transferían a los productores para que la adoptaran; la falla era atribuida, entre otras, al atraso de los productores o a su incapacidad para comprender sus beneficios. A esta situación se sumó que dichas técnicas no eran adecuadas para contextos de escasez de capital y de adversidad física productiva que caracteriza a la mayoría de los pequeños productores rurales, aunado a fallas graves en los sistemas de subsidios y créditos (Foladori y Tommasino, 2006).

De ahí que desde los años noventa, a escala internacional, como resultado de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y Desarrollo de 1992 (CNUMAD), se planteó la idea de poner en marcha "una segunda Revolución Verde", pero basada en el desarrollo ambiental, dirigida a disminuir los costos naturales, con base en la gestión y manejo de las plagas y nutrientes del suelo, en la medición del rendimiento, que incorpore nuevos indicadores como la producción por unidad de agua y la huella de carbono, que introduzca la idea de la agricultura de precisión y de la diferenciación y gestión de los sistemas y unidades agrícolas. También, se reconoció que la Revolución Verde no constituyó una respuesta eficiente a la heterogeneidad social, pues no fue apropiada para la mayoría de los pequeños productores con prácticas agrícolas de autoconsumo, con escasos recursos en capital y que siembran en tierras poco fértiles (Romo, 2009).

La transición hacia el paradigma de la sustentabilidad aprovecha la suma de conocimientos de distintos actores y se hace cargo de los efectos producidos por la falta del cuidado ambiental y de las nuevas demandas de la sociedad, como el uso sustentable de la biodiversidad y de los recursos naturales; de la misma forma, se apoya en un marco tecno-económico creado por la utilización de las tecno-

logías de la información y la comunicación (TIC).

Además, los cambios en el paradigma han tenido que asumirse y procesar de manera distinta por los arreglos institucionales de cada época, así como por los sistemas nacionales de investigación agrícola y de innovación agroalimentaria. Como señala Barrera (2012), tras cambiar los sistemas nacionales de innovación agrícola de lineales a interactivos y con la participación de distintos actores y subsistemas, la investigación ya no es la única fuente de innovación, ya que ahora se consideran los conocimientos locales. De igual forma, cambian la oferta de conocimientos de la investigación por la demanda de los usuarios, y el valor otorgado al conocimiento tácito y la relevancia otorgada a una gobernanza distinta del sistema.

LAS IMPLICACIONES DE LA TRANSICIÓN Y LAS POLÍTICAS PÚBLICAS

La necesidad de adaptarse a los nuevos lineamientos internacionales en materia ambiental y de contribuir a disminuir la pobreza y la vulnerabilidad de la población, ha llevado a la transformación de las políticas públicas para el sector agropecuario, en la medida en que ya no es suficiente con aumentar la productividad y la producción, sino que debe hacerse de manera sustentable, tomando en consideración la variedad y escala de los productores, así como los diversos ecosistemas. También, ha sido necesario apoyarse en una mayor articulación con las políticas del ambiente y los recursos naturales. y establecer nuevas formas de gobernanza del sector, vinculándolas con distintos sectores y actores, y creando nuevos mecanismos institucionales y de gestión.

En México, dicho cambio dio inicio con la aprobación de una legislación en materia ambiental, la creación de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat) y la institucionalización de instrumentos para la medición del efecto de los gases invernadero. Más adelante, el sector agropecuario quedaría normado en 2001 con la publicación de la Ley de Desarrollo Rural Sustentable, que contempla, asimismo, programas sexenales.

Al respecto, las políticas públicas de las dos últimas décadas de la Sagarpa han tomado en consideración algunos de los cambios que implica el periodo de transición, a través del establecimiento y fortalecimiento de las instancias de participación social del sector rural y el fomento a la aplicación de prácticas de manejo sustentable en las actividades agropecuarias (Rodríguez *et al.*, 2015). También se consideró la problemática ambiental del país, ya que el sector agrícola ocupa el segundo lugar en emisiones contaminantes a nivel nacional, después del energético. A esto hay que sumar la presencia de fenómenos hidrometeorológicos extremos, que degradan la calidad de la tierra por deficiencia o exceso. Además, hay que considerar que 47% del territorio es montañoso, que 67% de esa superficie presenta erosión hídrica, a lo que debe añadirse

que 54% del territorio se considera árido, aunado al sobrepastoreo y la degradación de los suelos que se registra (Semarnat, 2013-2014).

Pese a la situación antes descrita, la agricultura se consideró hasta 2011 como parte de los enfoques sectoriales de mitigación de emisiones y adaptación a la seguridad alimentaria, estableciéndose hasta 2014 el Programa Especial de Cambio Climático. Como parte de los acuerdos internacionales suscritos se tomaron las medidas siguientes: la sustitución de fertilizantes químicos por biofertilizantes, la disminución de la quema de residuos, así como el fomento a la agricultura de conservación y el pastoreo planificado. Aunque se pusieron en marcha dichas acciones, los compromisos a nivel internacional, las bases y los fundamentos de una gran parte de los programas agrícolas continúan cimentados en el paradigma anterior. Tal es el caso del Programa de Apoyos Directos al Campo (Procampo) en el que, como señaló una productora durante una sesión de demostración de MasAgro, para obtener apoyo sólo se puede sembrar un cultivo como el maíz, con lo que se continúa favoreciendo el monocultivo.

EL CAMBIO DE PARADIGMA Y EL PAPEL DEL CIMMYT

La transición hacia un nuevo paradigma, la agricultura sustentable, como se ha señalado, es un proceso de larga duración que implica ajustes en varios niveles, en el que han contribuido diferentes iniciativas que van desde la adopción de innovaciones tecnológicas, implementación de diversas estrategias de difusión y adopción de conocimientos, hasta transformaciones en los programas gubernamentales y en la organización de sistemas de investigación y agroalimentarios. Proceso que va acompañado, como señala Pérez (2007), de cambios culturales que inciden tanto en las políticas públicas como en los distintos actores. Destaca la autora la inclusión de los pequeños agricultores que no habían sido considerados en el paradigma anterior.

Al respecto, MasAgro es un claro ejemplo de este nuevo enfoque, en la medida en que se apoya en un paquete tecnológico que en principio abarca desde la preparación de la tierra hasta el almacenamiento de la poscosecha, que tiende a abatir los costos de producción, la degradación del suelo, los efectos del cambio climático, la escasez de agua y la inseguridad de los precios de los cultivos, planteado para abarcar al conjunto de las diferentes regiones del país. Por ello nos parece importante analizarlo, ya que, primero, se inscribe en un contexto de cambio y transición hacia un nuevo paradigma para el desarrollo rural, apoyado y alineado con las políticas gubernamentales; segundo, porque intenta conjuntar y aprovechar los esfuerzos e iniciativas anteriores (Camacho *et al*., 2016), con una cobertura nacional. Un tercer aspecto lo constituye el cambio de escala, ya que incluye sobre todo a los pequeños productores, grupo sin duda responsable de la erosión y degradación del medio ambiente, pero también como señalan Toledo

y Barrera-Bassols (2008), su inclusión puede abrir la posibilidad de recuperar su "memoria biocultural" a través de prácticas agroecológicas que todavía sobreviven.

EL CENTRO INTERNACIONAL DE MEJORAMIENTO DE MAÍZ Y TRIGO

El CIMMYT es un actor relevante no sólo en México sino a escala internacional en el establecimiento y difusión, primero, de la Revolución Verde, y desde hace algunos años, de la agricultura sustentable (Byerlee, 2016). Desde su establecimiento en la década de 1940, con financiamiento de la Fundación Rockefeller y de distintos organismos internacionales, uno de sus principales propósitos fue apoyar un programa mexicano de desarrollo de granos, en particular de trigo y maíz, por medio de la Oficina de Estudios Especiales, y difundirlo a países diversos. Su objetivo fue incrementar la producción y la autosuficiencia alimentaria, articulándolo con la reducción de la pobreza para acelerar la producción de alimentos, apoyar el crecimiento demográfico y el impulso de la asistencia técnica para la agricultura. Este último es implementado por Estados Unidos en amplias regiones del mundo, al mismo tiempo que se invierte en el desarrollo de la investigación agrícola. Coyuntura que coincidiría con las políticas del gobierno de Ávila Camacho, en México, cuando abrió el país a la inversión y a la asistencia técnica estadounidense, basada en la promoción del maíz híbrido de alto rendimiento, que tuvo destacados resultados en diversos países, pero que no logró expandirse en México debido a que no fue adoptado por la mayor parte de los productores mexicanos. Primero, porque "no coincidió con los gustos y condiciones para su crecimiento en México" (Byerlee, 2016), impulsándose desde entonces la recolección y clasificación de maíces mexicanos; segundo, debido a problemas internos relacionados con la monopolización de las semillas en manos de un organismo estatal. Con ello, el programa del maíz quedaría relegado por el de trigo, que se concentraría en el Bajío, y en distritos de irrigación del noroeste, en los que el gobierno mexicano, entre los años de 1940 y 1950, destinaría 90% de los recursos invertidos para la producción de semilla y su distribución a través de productores comerciales y sus asociaciones, lo cual promovería el uso de fertilizantes, cuyo uso pasó de 9% en 1953 a 64% dos años más tarde.

Como parte del programa para incrementar la investigación aplicada, se capacitaron, entre 1940 y 1960, cuadros mexicanos que se integrarían tanto al CIMMYT como el Colegio de Posgraduados (Colpos) establecido en 1959. En los años sesenta, a través del Plan Puebla, de nuevo, el gobierno mexicano colaboró con el Centro de Mejoramiento, cuyos resultados fueron, entre otros: "después de extensas pruebas, se decidió que ninguna variedad mejorada o híbrido podría superar consistentemente a la variedad local". Ello pese a que como señala Byerlee (2016), "posiblemente hasta un tercio de los agricultores usaban semillas de segunda generación o variedades 'crio-

llizadas', desarrolladas a través de la polinización cruzada por la práctica común de cultivar germoplasma mejorado cerca de las parcelas de variedades locales". A todo esto hay que agregar que, en la medida en que la estrategia de desarrollo agrícola y alimentario del gobierno mexicano ha estado centrada en la agricultura de regadío, en la que la mayoría de los agricultores mexicanos han sido ignorados y "no han obtenido mucho de la investigación agrícola porque no la han aplicado" (Byerlee, 2016), tuvo como resultado que durante varias décadas, numerosos cultivos sobre todo de maíz de temporal, cuya propiedad estaba en manos de pequeños propietarios, se quedaron al margen de los cambios tecnológicos descritos, o sólo una parte se promovieron. Debido al uso de productos químicos que acompañaron al paradigma de la Revolución Verde, apoyados por diferentes programas gubernamentales, impulsados por el extensionismo, educado en aquel modelo, los resultados han sido el deterioro y la erosión de los suelos.

MasAgro

Es en esta coyuntura de alineación de las políticas gubernamentales a los cambios de paradigma que se puede comprender el impulso a la iniciativa de MasAgro del CIMMYT, dirigido a promover la seguridad alimentaria en trigo y maíz, apoyado sobre todo en la productividad, el rendimiento, el ingreso y la sustentabilidad, que data de 2007-2008, como resultado de los primeros efectos del cambio climático y de la crisis de la tortilla en México y de la agroalimentaria a escala mundial. Desde su inicio en 2010, ha sido financiada por la Sagarpa y el Banco Interamericano Desarrollo (BID) como un proyecto transversal y transexenal que retoma la idea de la Agricultura de Conservación, la cual había sido incluida por la FAO desde 2007 y que cuenta con antecedentes en el caso mexicano en diversas regiones del país.[2] Ésta promueve que, en vez de quemar residuos o enterrar la biomasa en el suelo para arar, se deja como cubierta al inicio, y en la siguiente temporada no se labran las tierras, además de utilizar equipo especial para cubrir de forma directa las semillas. Con ello, se reduce la erosión y la pérdida de agua, se inhiben las malas hierbas con la cubierta, se protege a los microorganismos y se contribuye a la formación de la materia orgánica. Cambios que, en conjunto, además de que implican una menor inversión de tiempo y de mano de obra en la preparación de las tierras, conllevan un menor consumo de combustibles y contaminación del aire, de insumos químicos y de cosechas, así como de mayores ingresos para la agricultura.

La Agricultura de Conservación, al estar inscrita en el cambio de paradigma, no sólo implica la transformación de las prácticas agrícolas, puesto que exige nuevos conocimientos técnicos y

[2] De acuerdo con Camacho *et al.* (2016), los esfuerzos e iniciativas en el país por impulsar la Agricultura de Conservación datan de los años sesenta en el Bajío, los setenta en Chiapas y los ochenta en Oaxaca.

científicos, también supone emplear formas originales de producir y de trabajar. Además, son modificaciones que se deben hacer sobre la marcha, que involucran mecanismos de aprendizaje y "desaprendizaje", que van desde lo técnico, como dejar de utilizar el arado para sembrar y sustituirlo por el sembrador con fertilizante; a lo estratégico, por medio de un cambio enérgico, como dejar de roturar a cero la labranza y no realizar quemas. Es decir, cambios en las labores culturales que pasan por lo organizativo (esto se refleja, por ejemplo, en una menor mano de obra empleada) y que en conjunto implican cambios a nivel socioeconómico, como también al interior de las unidades familiares y en los arreglos institucionales en los que se apoya el nuevo paradigma. Al respecto, algunos programas como el Proyecto Estratégico de Seguridad Alimentaria (PESA) incluyeron a los pequeños productores, al igual que a diversas organizaciones públicas y privadas federales y locales, lo cual no es casual, en gran parte por el peso que representa este sector. En primer término, porque un porcentaje muy alto de ellos cultivan maíz de temporal y han sido cada vez más perjudicados por las crisis que han afectado sus ingresos y autosuficiencia alimentaria. En segundo, porque constituyen 60% de las unidades de producción agropecuaria del país, con un promedio de 2.5 hectáreas de tierras, y cuentan con 15% de la superficie cultivable, y el restante 40% de las unidades, cuya extensión promedio es de 16 hectáreas, posee 85% de la superficie cultivable (Torres y Morales, 2011).

Por último, porque son uno de los sectores que, debido al deterioro de sus condiciones socioeconómicas, tuvieron que producir para vender, en lugar de hacerlo para el autoconsumo, influidos por la Revolución Verde y por programas gubernamentales apoyados en los extensionistas, incurriendo en prácticas de "desmemoria biocultural", convirtiéndose con ello en causa de la degradación del suelo y del medio ambiente.

MasAgro, que inició como un programa para pequeños productores, se ha ido precisando conforme avanza en las diferentes regiones del país a través de la tipificación de los pequeños productores: *1)* de autoconsumo, venta esporádica y baja tecnificación; *2)* intermedios, de autoconsumo y venta y mediana tecnificación y, *3)* comercial, venta, autoconsumo y mayor tecnificación. De la misma forma, la identificación de los actores clave para la adopción de las nuevas tecnologías varía según la estratificación anterior y en la que la perspectiva de género cobra relevancia. Esto fue determinado así después de un estudio realizado por el propio CIMMYT que reconoció la necesidad de incluir las diferencias en el empleo de semillas mejoradas entre las unidades familiares, donde sólo el tercer estrato estaría interesado, frente a técnicas como el muestreo del suelo y los cultivos de rotación, en el que las mujeres, sobre todo en los sistemas de autoconsumo, lo ven como una estrategia para aumentar el rendimiento de los cultivos y obtener mayores ingresos;[3] éste ha

[3] *Enlace. Revista de la Agricultura de Conservación*, junio-julio de 2014.

aumentado su participación, de manera fundamental por la migración.

La perspectiva que tiene el CIMMYT, con relación a la Agricultura de Conservación, considera que ésta puede amalgamarse con la agricultura convencional, "enriqueciéndola con nuevos conocimientos a través de alguien de la comunidad capacitado, donde la innovación va desde la formación con cosas para evitar que la lluvia arrastre el cultivo, pasando por la precisión, el establecimiento de la preparación del suelo para cero labranza y la colocación del rastrojo y apoyada en un sembrador con fertilizante".

NUEVAS FORMAS DE GOBERNANZA Y DE TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTOS

Para la difusión y promoción de la Agricultura de Conservación, por medio del Programa MasAgro, el CIMMYT se apoya en el desarrollo, diseminación y mejora de tecnologías que acerquen a los agricultores a prácticas agrícolas sustentables. Como señala el jefe del Programa de Agricultura de Conservación, Berm Govaerts, esta tarea se realiza:

> mediante investigación estratégica y plataformas de conocimiento, que se basan en experimentos de largo plazo y en la implementación de diferentes sistemas de producción en los campos de los agricultores, a través del trabajo conjunto de agricultores, sectores público y privado y los científicos. Ello en la medida en que la investigación sobre sistemas agrícolas sustentables por sí mismo no es suficiente por lo que es necesario que el conjunto de las personas involucradas participe.

Así, se ha establecido una red de *hubs* (nodos o redes de excelencia) en zonas agroecológicas clave, como punto de encuentro para crear una cadena productiva sustentable por medio de la interacción y la puesta en común de conocimientos, información, tecnologías, prácticas agrícolas e instrumentos de política de los diferentes actores, en zonas rurales y urbanas, aprovechando los vínculos construidos con anterioridad, dando relevancia al contexto y a los actores locales, promoviendo un enfoque territorial delimitado con base en las zonas agroecológicas y los sistemas productivos locales.

Esta nueva forma de gobernanza implica ir transitando de un sistema de transferencia lineal de extensión, en el cual los productores y demás actores agrícolas trabajan de forma aislada, a un esquema en el que el agricultor es el principal actor del cambio y de la vinculación con el conjunto de los actores.[4] Desde el establecimiento del programa se han incorporado nuevos nodos en diferentes regiones del país, llegando a 12 en la actualidad. La iniciativa se ha apoyado en estrategias de escalamiento, empleando la negociación y reinterpretación, que tienen efectos e impactos en los procesos de traducción del paquete tecnológico, como señalan Pinch y Bijker

[4] *Enlace. Revista de la Agricultura de Conservación*, septiembre de 2010.

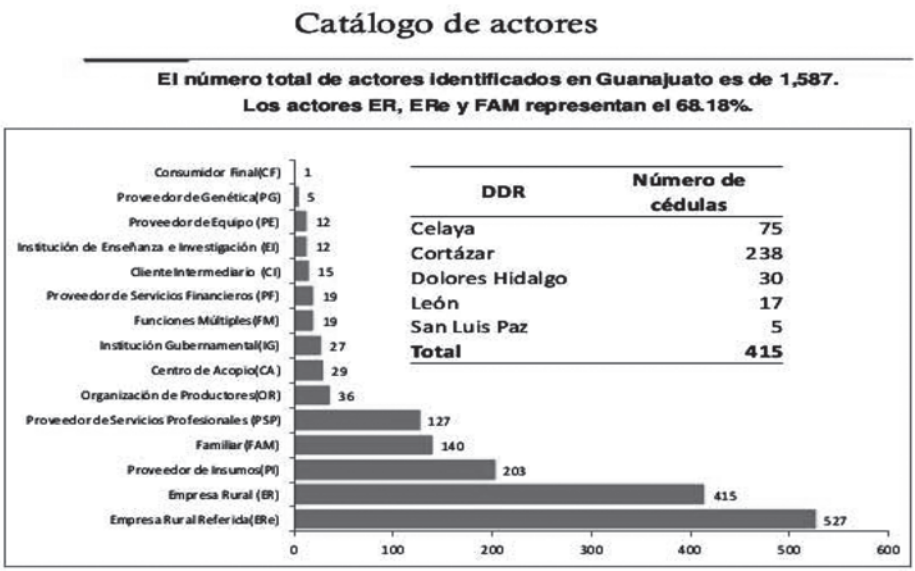
(1984), y que se observan en diferentes casos. Es decir, a través de la divulgación de las metas del programa y conocimiento de las actividades, capacidades e intereses de los actores en las diferentes cadenas de producción, se podrán establecer protocolos de investigación, así como identificar productores líderes con quienes establecer módulos y diagnósticos de sistemas de producción.[5] Además, establecer diferencias entre las entidades federativas del sur, donde se busca el aumento de la productividad para el autoabasto, frente a las diferentes expectativas que dominan en el norte. Un ejemplo es el caso del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) de Chiapas en 2014, que lanzó un programa de Agricultura de Conservación del CIMMYT para establecer un *hub* en la región de La Frailesca. El INIFAP apoya la trayectoria de investigación participativa en los campos de los productores, y con un enfoque de gestión integrada de cuencas hidrográficas propuso incorporar la Agricultura de Conservación para desarrollar capacidades locales y la integración de diferentes actores. A esta iniciativa se sumarían el Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez y el Club de Labranza de Conservación de Productores. El proyecto se planteó para que se cumpliera en cuatro años, durante los cuales se establecerían parcelas alternativas, y tendrían lugar ensayos para explorar opciones de fertilización, eventos demostrativos y la reactivación del Club de Labranza. Al respecto, uno de sus impulsores, señalaría que con los principios básicos de la Agricultura de Conservación, sumando las capacidades y conocimientos que han desarrollado el INIFAP y el CIMMYT en la región desde la década de los años ochenta, "se podría adaptar a las condiciones locales y trabajar con la energía cinética de los escurrimientos, para evitar la erosión hídrica de los suelos, y la rotación de cultivos con sistemas agroforestales, como el sistema Maíz Intercalados con Árboles Frutales (MIAF)".[6] Un ejemplo adicional es el de Oaxaca, donde cerca de 78% de sus cultivos se lleva a cabo en las laderas, de manera que se ha trabajado complementando las prácticas con las del MIAF, por medio de la instauración de la Agencia Mexicana para el Desarrollo Sustentable en Laderas (AMDSL), para la capacitación de los técnicos.[7] En los casos anteriores, se implantan parcelas en donde un agricultor y un asesor técnico capacitado y certificado del CIMMYT, experimentan con la Agricultura de Conservación, de manera que el productor adopte y se apropie de la tecnología, y con base en su experiencia transfiera el conocimiento a otros, además de que se aprovechan los vínculos construidos con anterioridad por los diferentes actores. Así, por ejemplo, en el Bajío, apoyados en las autoridades de desarrollo rural federales y locales, se hizo una caracterización agroecológica en Guanajuato y las regiones prioritarias con potencial productivo, como lo

[5] *Ibid.,* abril-mayo de 2015.

[6] *Ibid.,* abril-mayo de 2014.

[7] *Ibid.,* septiembre de 2010.

Figura 1. Actores del sistema productivo Guanajuato.



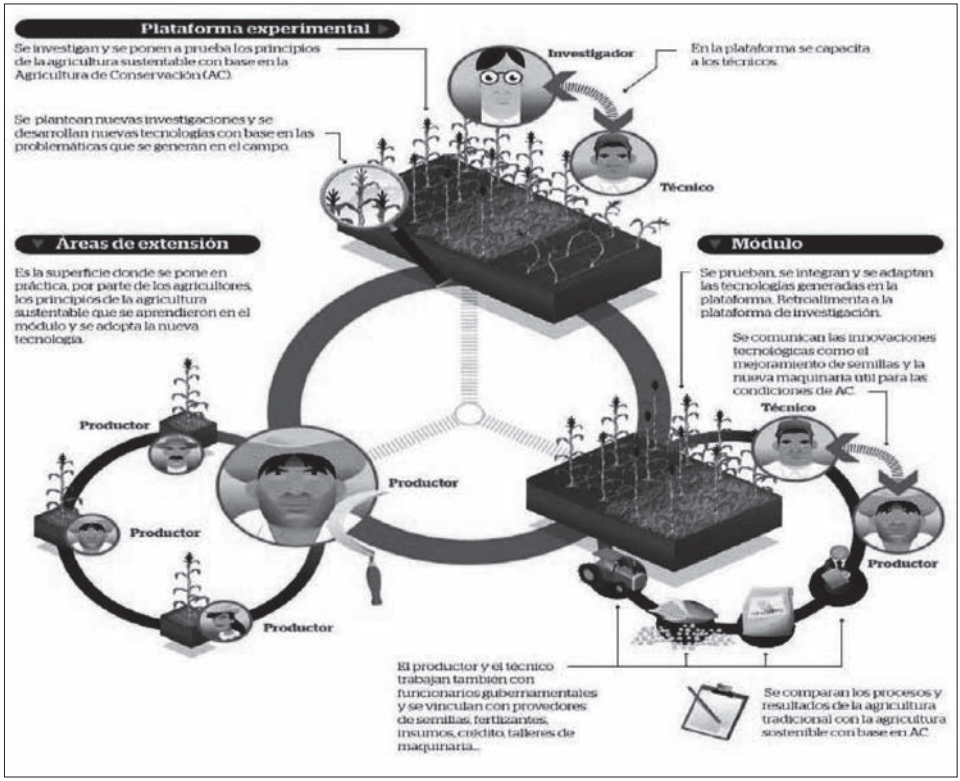
Fuente: <http://masagro.cimmyt.org>.

muestra la figura 1, para identificar los puntos críticos de los sistemas de producción de granos, y cómo éstos podían ser mejorados con las innovaciones de MasAgro.[8]

Una muestra de cómo trabaja una plataforma, como se observa en la figura 2, es el caso de Iguala, Guerrero, que ha establecido sistemas sustentables de maíz en rotación con cacahuate y soya en asociación con un enfoque de Agricultura de Conservación, dirigidos por un gran número de extensionistas, el Programas de Producción de Maíz (PREPA), el Proyecto Estratégico de Apoyo a la Cadena Productiva de los Productores de Maíz y Frijol (Promaf) de Guerrero, así como de la participación de estudiantes de agronomía de la Universidad Autónoma de Guerrero y de la Universidad de Chapingo. En este esfuerzo colaboraron 34 productores de maíz del norte de Guerrero, interesados "siempre y cuando se les proporcione asesoría técnica en el manejo agronómico del cultivo y prácticas sustentables", 50% de ellos por dejar al menos el rastrojo. La condición para participar fue la de evitar el uso de herbicidas de alta residualidad y de dosis elevadas, mientras que para la fertilización se les propuso analizar el suelo según su composición. Asimismo, se promovió el empleo de tecnologías bajas en inversión, capacitación para la utilización de silos metálicos para la poscosecha, junto a los tambos de plástico y lonas

[8] *Ibid.,* febrero-marzo de 2014.

Figura 2. Funcionamiento de las plataformas.



Fuente: <http://masagro.cimmyt.org>.

flexibles, tecnologías desarrolladas por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo.

LA ADAPTACIÓN Y EL NUEVO ROL DE LOS TÉCNICOS

En México, como en otros países, los sistemas de extensión rural, brazos técnicos de las políticas agrícolas, se fueron debilitando, casi desapareciendo o fueron privatizados. En este contexto, la iniciativa MasAgro ha recuperado o incorporado a nuevo personal técnico, actualizándolo y capacitándolo para llevar el conocimiento adquirido y la tecnología del paradigma de la agricultura sustentable a los productores, pero también para captar sus demandas y contribuciones al proceso de innovación. Desde 2010 estableció un programa para la formación de técnicos certificados en Agricultura de Conservación, encargados de difundir el modelo y asistir a los productores, que, además, implicaba su

adaptación al nuevo paradigma que conlleva una nueva forma de concebir y hacer agricultura, de promover la modernización agrícola y de medir el desempeño sectorial (Barrera, 2012). De manera que, de acuerdo con las distintas regiones, los especialistas descritos analicen los requerimientos por zona, las características productivas y la viabilidad de la oferta tecnológica del modelo. Proceso que implica cambios en la perspectiva de las tareas a desarrollar con los productores y el papel que éstos asumen en el modelo recién introducido. De acuerdo con uno de los "nuevos extensionistas", una de las claves para el trabajo ha sido el "ser respetuoso de los conocimientos del productor"; es decir, considerar, como señalan Toledo y Barrera-Bassols (2008), los saberes locales, construidos con base en experiencias sociales y necesidades del lugar. De igual forma, se enfrenta a la diversidad de las regiones para promover las tecnologías de MasAgro, incluso en la misma entidad. Uno de los retos lo constituye la vinculación más estrecha de los centros de investigación con el productor, un punto fuerte señalado por los propios técnicos, y la constitución de equipos multidisciplinarios "que comparten sus experiencias y se apoyan mutuamente en el trabajo con productores",[9] pero también, como se reivindicaba en un curso de capacitación impartido a productores, una concepción distinta de estos últimos, al considerarlos ahora como actores que toman decisiones y conocen mejor que nadie sus parcelas, pero acompañado siempre de una acotación: los productores sin asesoría no pueden adoptar el sistema.

Por último, uno de los cambios que experimentó el papel de los técnicos es que su función como asesores deja de ser interactiva —al no limitarse a emitir las recomendaciones para la puesta en práctica del paquete tecnológico—, ya que ahora se les exige que además de ubicar los problemas que implica la adopción del paquete tecnológico introducido, se encuentren soluciones apoyadas en la experimentación con los productores, de su acompañamiento y de asistencia técnica.[10] Cambios que pueden observarse, en el caso de una parcela demostrativa de la Agricultura de Conservación, establecida en San Luis Potosí, a partir de una reunión con productores del municipio de Villa Arriaga, donde MasAgro los invitó a establecer un módulo para evaluar el uso de variedades mejoradas de trigo, frente a la variedad de semilla utilizada en la localidad. Al respecto, el dueño comentó que: "La mancuerna del estudio con la agricultura es la clave para producir más; el intercambio de ideas favorece la agricultura. Necesitamos más apoyo de técnicos que no nos suelten de la mano y que MasAgro continúe, pues lo que nos han compartido nos ha servido mucho".[11]

Un ejemplo más es el Proyecto colaborativo Fortalecimiento de la Estrategia en el *Hub* Valles Altos, que

[9] *Ibid.,* abril-mayo de 2016.

[10] *Ibid.,* octubre-noviembre de 2016.

[11] *Ibid.,* febrro-marzo de 2016.

implementa módulos y el desarrollo de capacidades en técnicos y productores en el estado de Tlaxcala, puesto en práctica en varios municipios para hacer comparaciones entre los sistemas tradicionales y los de innovación propuestos. Para ello se impartieron cursos de capacitación en los que participaron técnicos y productores en muestreo de suelos, análisis de la calidad del grano y educación financiera. Por otra parte, para informar y promover la adopción de las tecnologías propuestas por el CIMMYT, se llevaron a cabo jornadas demostrativas en calibración de las sembradoras, buen uso y manejo de agroquímicos, control de plagas y enfermedades, y mejoradores de suelos, junto a viajes de observación a diferentes regiones "para que los productores conozcan las nuevas alternativas y tecnologías de producción que se realizan en condiciones agroclimáticas parecidas a las suyas", orientadas a la preservación de los recursos naturales y que al mismo tiempo elevan su competitividad.[12]

El modelo, además de otorgar un nuevo papel a los extensionistas y una inserción más directa en los procesos de transferencia, también señala como último aspecto que su gestión se promueve con base en la identificación de las capacidades y del capital social de los productores, las características de los diversos sistemas de producción, los niveles de organización de los propios productores y de sus roles, la variedad de relaciones existentes en las localidades (líderes y relaciones de confianza) y la consideración de los productores a nivel individual.[13] Como en la plataforma de Hidalgo, perteneciente al *hub* de Valles Altos en el centro del país, donde los productores se han enganchado en el sistema acompañados de un ingeniero de Sagarpa con largos años de trabajo en la comunidad, que empezó con la agricultura de no mover la tierra, y que se integraría posteriormente a MasAgro.

La iniciativa y su modelo de aplicación han implicado procesos de negociación y de modificaciones, de modo que los gerentes locales de cada *hub* tengan independencia para negociar con los productores locales.

ALGUNAS IMPLICACIONES Y PROBLEMAS DE LA TRANSICIÓN HACIA LA AGRICULTURA SUSTENTABLE

La transición y los cambios hacia un nuevo paradigma en la agricultura son parte de un proceso de larga duración, que implica transformaciones culturales de una generación a otra, de gran envergadura no sólo para los pequeños productores, sobre todo en las labores culturales y en el desplazamiento de mano de obra, entre otras, sino también para el conjunto de los sistemas de investigación agrícola y agroalimentario y de sus diferentes actores. En este caso sólo se hace referencia a los primeros. En primer término, en el "desaprendizaje" de la agricultura convencional heredada de la Revolu-

[12] *Ibid.,* abril-mayo, 2017.

[13] *Ibid.,* octubre-noviembre de 2017.

ción Verde, es decir, en la aceptación de las nuevas formas de hacer cosas como: retener los residuos, dejar el rastrojo y abandonar la quema para retener agua y materia orgánica. En segundo término, la rotación de cultivos para controlar plagas y la mínima labranza para disminuir enfermedades y malezas, degradar menos el suelo y conservar los microorganismos, abandonando el monocultivo. Por último, el aumento de la producción y cambios en los gastos, ya que el suelo no necesita ser roturado y barbechado. Prácticas que, en conjunto, implican el uso y aprendizaje de nuevos conocimientos y tecnologías, así como de realizar cambios en las prácticas agrícolas. Esto es, conllevan procesos de asimilación socioeconómicos y culturales de larga duración muy complejos, pues como nos mencionaba una productora: "antes nos habían enseñado a tener limpio el suelo y ahora nos dicen que no hay que moverlas, es volver a lo que se hacía en tiempo de mis padres, como cuando sólo se usaba el estiércol".

Por ello, como señala el CIMMYT, la adopción es muy lenta "debido a hábitos muy arraigados de los agricultores, entre ellos la quema de esquilmos, que siguen practicando algunos de ellos, así como el excesivo movimiento del suelo al preparar el terreno para la siembra". La quema, la utilización y disposición de los rastrojos, la aplicación de productos químicos sin control y dosificación, el uso de maquinaria pesada y la expansión del monocultivo, son prácticas arraigadas entre los pequeños agricultores, cuyos orígenes, por cierto, diversos, van desde la falta de terrenos y los cambios en la propiedad de la tierra, acelerada desde la década de los años ochenta, hasta los programas gubernamentales que las promueven, además de la difusión de las empresas de productos químicos, sin mediar capacitación alguna.

En general, los productores están conscientes de los problemas a los que se enfrentan, por ejemplo sequía, plagas en campo y almacén, y suelos empobrecidos; sin embargo, para aquellos que han iniciado la transición, en la medida que la agricultura convencional ha privado en una gran parte de las regiones del país, dichos cambios son difíciles de aceptar y como señalaba una productora de la Sierra de Puebla: "Al principio nos decían que nos habíamos vuelto flojos o que estábamos locos porque empezamos a sembrar sin barbechar".[14] Por ello, la importancia de que la gestión de los nuevos conocimientos y tecnologías externalice los resultados que se obtienen al poner en práctica la Agricultura de Conservación, por la que los propios productores a través de sus parcelas demostrativas enseñan los resultados, entre ellos el cambio propuesto hacia las prácticas adecuadas de poscosecha, que al mismo tiempo que contribuyen a prevenir pérdidas, ayudan a los productores a mantener la calidad del grano para su uso final, tanto de aquellos que lo utilizan para su alimentación como para quienes venden el grano a mejores precios.[15]

[14] *Ibid.,* abril-mayo de 2015.
[15] *Ibid.,* octubre-noviembre de 2017.

MasAgro también ha desarrollado varios artefactos tecnológicos que pueden contribuir a disminuir las pérdidas en el almacenamiento de los granos. Los silos han sido adoptados en algunas comunidades, promoviendo su construcción en talleres de herrería locales, cumpliendo con uno de los objetivos programáticos: desarrollar capacidades locales como apoyo a la adopción de la Agricultura de Conservación. Un ejemplo lo constituye un taller localizado en Texcoco, cerca del CIMMYT, que inició reparando equipo agrícola del centro y que participaría después en algunas adaptaciones de una sembradora para grano, hasta constituir una pequeña empresa, que permite comercializar diversos modelos de sembradoras y silos herméticos para el manejo de la poscosecha.

Un punto álgido para MasAgro, sin embargo, lo constituye el tipo de semillas propuestas. En principio y como parte de los esfuerzos del CIMMYT por desarrollar germoplasma casi desde su fundación, propuso la utilización de semillas hibridas.[16] No obstante, a lo largo de la implantación del modelo, y con base en la observación de la diversidad del sector de pequeños productores, las propuestas para emplear híbridos variaron en función del destino de la producción, sobre todo la que se comercializa, así como de la disponibilidad de recursos, que cambia también entre los diferentes pequeños agricultores. Así, para la producción de temporal y de baja fertilidad se recomiendan variedades obtenidas por los propios productores, como las de manufactura libre, sintética y de criollos mejorados,[17] frente a productores de temporal en tierras fértiles, que además de disponer de insumos, cuentan con recursos para adquirir híbridos, los cuales son provistos por MasAgro y en general tienen un precio menor al de las distribuidoras de semillas.[18]

PERSPECTIVAS Y PROBLEMÁTICA DE LA EVOLUCIÓN DEL MODELO MASAGRO

La transición y cambio al paradigma de la agricultura sustentable, después de décadas en las que imperó el modelo de la Revolución Verde en México, por la que se promovió una forma de concebir y hacer agricultura basada en la modernización agrícola y del desempeño sectorial, como señala la Barrera (2012), se trata de un proceso de largo plazo, en la medida en que la adopción del nuevo paquete tecnológico y de conocimientos comporta, de forma implícita, un proceso de cambios de los marcos de referencia del modelo anterior. Por una parte, en éste se toman en consideración las diferencias de escala y heterogeneidad

[16] Cruza de maíces genéticamente diferentes que se complementan y permiten obtener una mejor descendencia.

[17] Los sintéticos se obtienen del cruzamiento de varios progenitores, pero seleccionados, porque obtienen una descendencia con buen comportamiento, y los de polinización libre, que comparten características similares, pero mantienen cierta variabilidad entre ellos.

[18] *Enlace. Revista de la Agricultura de Conservación*, septiembre de 2010.

de los productores, así como la diversidad de los ecosistemas. Por otra, de estar centrada en la difusión y financiamiento con programas, inversiones y tecnología en el Bajío y el noreste del país, ahora pretende cubrir el conjunto de las regiones de manera paulatina. También intenta incluir a los pequeños productores, que permanecieron al margen de buena parte de los beneficios o tuvieron acceso irregular e intermitente al modelo anterior, con pocos recursos, y en el que la transmisión y difusión del paquete tecnológico se llevó a cabo de manera incompleta y distorsionada. Por último, al cambio en la difusión y transmisión del paquete tecnológico de transición, de un modelo lineal a uno interactivo. Es decir, la mutación hacia la agricultura sustentable, un proceso que debe aplicarse sobre la marcha, a modo de sustituir las prácticas anteriores, prácticas que implican comprender el porqué de las nuevas técnicas, establecidas con base en conocimientos recientes sobre el cuidado que debe darse al suelo y con ello desaprender y abandonar la forma de trabajar la tierra en la agricultura convencional, recuperando algunos procedimientos de su "memoria biocultural". Actividades que también se traslapan con lo técnico, es decir, con la introducción de artefactos como las sembradoras/fertilizadoras, que forman parte del nuevo paquete tecnológico, que en conjunto implican cambios organizativos en las prácticas culturales, en los arreglos institucionales, en la relación y trabajo con los extensionistas, que asumen un rol más interactivo y en el que los productores son eje a cuyo alrededor se construye el nuevo paradigma.

De ahí la importancia de MasAgro, inicialmente, porque puede contribuir a instrumentar el cumplimiento de los lineamientos establecidos a escala internacional en materia ambiental y disminuir la pobreza y la vulnerabilidad de la población al alinearse a los objetivos de la Sagarpa y participar en la transición hacia el paradigma de la agricultura sustentable en México, bajo la dirección del CIMMYT. En segundo, porque las estrategias que plantea retoman el rol y conocimientos que guardan los pequeños productores y su contribución a la protección y cuidado del suelo y del medio ambiente, de igual forma que promueven nuevas formas de transferencia y difusión de los paquetes tecnológicos, apoyándose en un extensionismo interactivo y participativo.

El gran reto es que buena parte de los programas de la Sagarpa sigue los lineamientos del paradigma anterior, a lo que se suma la falta de continuidad de la mayoría de los programas agropecuarios que se modifican de forma constante con los cambios de gobierno. Con todo, el modelo propuesto por MasAgro, pese a que está planteado para finalizar en 2020, puede dejar a largo plazo su impronta en la modificación de las prácticas agrícolas cuya base es el paradigma de la agricultura sustentable, en particular entre los pequeños productores.

BIBLIOGRAFÍA

Altieri, Miguel, y Clara I. Nicholls (2000), *Agroecología. Teoría y práctica para una agricultura sustentable*, México, pnuma.

Barrera, Arturo (2012), "Nuevas realidades, nuevos paradigmas: la nueva revolución agrícola", en *Situación y desempeño de la agricultura en ALC desde la perspectiva tecnológica. Informe 2012*, San José, Costa Rica, iica, pp.7-20.

Byerlee, D. (2016), *The Birth of cimmyt: Pioneering the Idea and Ideals of International Agricultural Research*, Mexico, cimmyt.

Camacho, T. C. *et al.* (2016), "The Evolution of the MasAgro Hubs: Responsiveness and Serendipity as Drivers of Agricultural Innovation in a Dynamic and Heterogeneus Context", *The Journal of Agricultural Education and Extension,* vol. 22, núm.5, pp. 455-470.

cepal (2008), *La transformación productiva 20 años después. Viejos problemas, nuevas oportunidades*. Santiago, cepal.

Chilón, E. (2017), "'Revolución Verde'. Agricultura y suelos, aportes y controversias", *Apthapi. Revista de la Carrera de Ingeniería Agronómica,* vol. 3, núm. 3, pp. 844-859.

Ferrer, Guillermo (s. f.), "Paradigmas tecnológicos", Córdoba, Facultad de Ciencias Agropecuarias-Universidad Nacional de Córdoba, pp. 135-146.

Foladori, Guillermo, y Humberto Tommasino (2006), "Una revisión crítica del enfoque sistémico aplicado a la producción agropecuaria", en H. Tommasino y P. de Hegedüs (eds.), *Extensión: reflexiones para la intervención en el medio urbano y rural*, Montevideo, Facultad de Agrociencias-Universidad de la República, pp.181-195.

Pérez, Carlota (2007), "El cambio de paradigma en las empresas como proceso de cambio cultural", en Rosalba Casas y Claudia de Fuentes, *Acumulación de capacidades tecnológicas, aprendizaje y cooperación en la esfera global y local,* México, uam/Adiat/Miguel Ángel Porrúa, pp. 10-442.

Pinch, Trevor, y Wiebe E. Bijker (1984), "The Social Construction of Facts and Artefacts: Or How the Sociology of Science and the Sociology of Technology might Benefit each Other", *Social Studies of Science*, vol.14, núm. 3, pp. 399-441.

Rodríguez, Adrián G. *et al.* (2015), "Innovaciones institucionales y en políticas sobre agricultura y cambio climático: evidencia en América Latina y el Caribe", *Documentos de Proyecto 678*, Santiago de Chile, cepal.

Romo Santos, J. de J. (2009), *Acciones estratégicas en el sector agropecuario para la agricultura sostenible y el desarrollo rural*, México, Sagarpa, disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/cambioclimatico/PresentacionNY_Mexico.pdf>, consultada el 8 de noviembre de 2019.

Sarandón, S., y C. Flores (2004), *Agroecología: bases teóricas para el diseño y el manejo de agrosistemas sustentables*, La Plata, Universidad Nacional de la Plata.

Semarnat (2013-2014), *El medio ambiente en México,* disponible en: <http://apps1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_resumen14/03_suelos/3_2.htmt>, consultada el 8 de noviembre de 2019.

Toledo, Víctor Manuel, y Narciso Barrera-Bassols (2008), *La memoria biocultural. La importancia ecológica de las sabidurías tradicionales*, Popayán, Colombia, Universidad del Cauca Editorial.

Torres Salcido, Gerardo, y Marcel Morales Ibarra (2011), "Los grandes retos y perspectivas para el agro y el sector rural en México en el siglo xxi", *Análisis. Revista de Estudios Agrarios*, pp. 13-28.