

Dependencia científica y tecnologías campesinas

El caso de los productores de maíz del estado de Tlaxcala

* Profesor-Investigador,
Instituto de Ciencias,
BUAP. Av. 14 sur 6301,
Ciudad Universitaria.
72570 Puebla, Puebla,
México. Teléfono (222)
2295500, Ext. 7357

Miguel Ángel Damián Huato*

angel.damian@icbuap.buap.mx

Benito Ramírez Valverde**

bramirez@colpos.mx

** Profesor-Investigador,
Colegio de
Postgraduados Campus
Puebla Km. 125.5, Carr.
Fed. Mex-Pue. C.P.
72760, Puebla, Pue.
Tel: (222) 2 85 00 13

RESUMEN

La tecnificación de la agricultura en México está subordinada a una dependencia científica y tecnológica, debido a que la estrategia de investigación usada por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) ha sido modelada siguiendo las pautas de los países desarrollados. Las innovaciones tecnológicas generadas por el INIFAP se basan en el empleo de agroquímicos y no consideran las tecnologías campesinas, por lo que su uso es bajo entre los pequeños productores. En una investigación de campo hecha en 2002 con una muestra de 1884 maiceros del estado de Tlaxcala se encontró, primero, que el empleo de tecnología moderna fue bajo; segundo, que las tecnologías campesinas son esenciales para el manejo del maíz, ya que 92% emplearon semilla criolla, 65 y 76% realizaron asociación y rotación de cultivos, 64% usaron distintas técnicas de conservación de suelo y 66% aplicaron estiércol; finalmente se halló que cuando los productores emplean tecnologías campesinas, obtienen mayores rendimientos por hectárea.

Palabras clave: *Dependencia científica y tecnológica, tecnología moderna, tecnología campesina, Recomendaciones Generales, Maíz.*

Fecha de recepción:
31 de marzo de 2008
Fecha de aprobación:
28 de abril de 2008

Introducción

El cambio tecnológico abarca los cambios introducidos en la actividad económica por nuevos productos, procesos de trabajo y formas de organización de la producción, que corresponden a las posibilidades técnicas (tecnología en general) y a los principios del beneficio (tecnología como capital) (Katz, 1999). La tecnología agrícola se puede entender como la introducción de nuevos productos, procesos de trabajo y/o formas de organización de la producción para que los productores mejoren el manejo de su cultivo y los rendimientos por hectárea, siempre y cuando contribuyan con la valorización del capital.

La investigación agrícola genera y transfiere la tecnología para el campo. En México, esta actividad es efectuada, por decreto presidencial, por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Centro Público de Investigación que genera y transfiere tecnología agropecuaria y forestal (INIFAP, 2003). El método de investigación agrícola que ha usado el INIFAP desde la década de los años cuarenta para generar los paquetes tecnológicos se denomina *Recomendaciones Generales*, que incluye las etapas de la experimentación, validación, difusión y adopción de tecnología.

Este enfoque de investigación predomina durante la etapa de sustitución de importaciones y se caracteriza porque: a) la metodología empleada para generar tecnología no considera la heterogeneidad de productores que hay en México, ni las condiciones y circunstancias en que éstos siembran sus cultivos; b) los paquetes tecnológicos generados se basan exclusivamente en el empleo de agroquímicos abastecidos por empresas trasnacionales a precios prohibitivos para el pequeño productor, y c) subyace una vanalización del conocimiento y tecnologías agrícolas campesinas.

Desde la posguerra hasta principios de los años ochenta, el campo mexicano ha estado subordinado a la dependencia científica, debido a que la estrategia de investigación agrícola que se emplea para generar tecnología, ha sido definida por un modelo científico impulsado en los países imperialistas, los cuales poseen ciertas características agroecológicas, sociales, económicas y culturales. Al respecto Schoijet (1979) anota que la dependencia científica en países subdesarrollados, se debe a que su aparato científico se ha deformado por la influencia que ejerce el modelo científico de los países centrales impidiendo, de este modo, que la ciencia y la tecnología promuevan un desarrollo económico autosostenido.

En la década de 1980 el gobierno mexicano promovió cambios eco-

**DEPENDENCIA CIENTÍFICA Y TECNOLOGÍAS CAMPESINAS:
EL CASO DE LOS PRODUCTORES DE MAÍZ
DEL ESTADO DE TLAXCALA**

nómicos, cancelando el modelo de sustitución de importaciones al atribuirle la responsabilidad de la crisis de 1982. La estrategia usada para la recuperación de la economía con estabilidad de precios, fue la modernización económica, expresión nacional utilizada para nombrar al nuevo modelo de acumulación conocido mundialmente como neoliberalismo, el cual se caracteriza por ser excluyente, ya que su ritmo de acumulación depende del mercado mundial.

A finales de 1980 se aplicaron en el campo las reformas estructurales donde se propuso: a) dar certidumbre en la tenencia de la tierra; b) cancelar el otorgamiento de subsidios indiscriminadamente; c) desregular el comercio de productos agropecuarios; d) promover mayor vinculación comercial con el exterior, y e) propiciar el adelgazamiento de los organismos gubernamentales de fomento al campo (SARH, 1990).

Durante esta fase la dependencia científica es desplazada por la dependencia tecnológica, aunque desde la posguerra ambas han coexistido. La modernización del campo redujo los recursos fiscales destinados al INIFAP agrícola ocasionando menor generación de tecnología. El gobierno mexicano supuso que ya había suficiente tecnología creada por lo que priorizó su transferencia. Con esta intención se crearon las Fundaciones Produce en 1995 para promover la asimilación de tecnología externa e introducir cambios en el aparato científico del país para crear las capacidades para su adaptación. La validación, difusión, adaptación y adopción de esta tecnología ha sido promovida por distintos programas de asistencia técnica, dependientes del programa “Alianza para el Campo” creado en 1995 (Schwentesi, 2002).

La aplicación de esta política se manifiesta en una insignificante inversión destinada a promover la ciencia y tecnología, y en una enorme dependencia tecnológica y científica (Cuadro 1).

Cuadro 1. Coeficiente de invención, tasa de dependencia, tasa de autosuficiencia e inversión en dólares destinado al desarrollo de la ciencia y tecnología.

Países	Coeficiente Invención ¹		Tasa Dependencia ²		Tasa Autosuficiencia ³		Inversión (Dólares)	
	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%
Canadá	10,56	4,89	10,73	3,73	0,06	0,23	12006,7	1,35
USA	49,27	22,81	0,81	0,28	0,55	2,12	219140,2	24,71
México	0,54	0,25	19,36	6,72	0,06	0,23	1792,7	0,20
A. Latina	2,16	1,00	2,88	1,00	0,26	1,00	8867,9	1,00

Fuente: Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología -Iberoamericana e Interamericana- (RICYT, 1990-2004).

¹ Coeficiente de invención: relaciona el número de patentes solicitadas por residentes con la población del país. A mayor valor del indicador, mayor

En este trabajo nos interesó identificar la forma concreta que asume la dependencia científica que hay en el campo mexicano considerando como estudio de caso a los productores de maíz del estado de Tlaxcala, México. Con este fin se: a) describen los rasgos generales del método de investigación denominado Recomendaciones Generales y los distintos componentes que integran el paquete tecnológico del INIFAP para el cultivo del maíz del estado de Tlaxcala; b) indagó el uso adecuado que efectuaron los maiceros de Tlaxcala de la tecnología creada por el INIFAP; c) contrastó el uso de tecnología moderna y campesina en el manejo del maíz, y d) comparó la productividad de estas tecnologías según sus rendimientos por hectárea.

Por tecnologías “moderna” y “campesina” se consideran, respectivamente, la que se encuentra dentro y fuera del paquete tecnológico recomendado por el INIFAP.

La estructura del trabajo consta de cinco apartados. En el primero se describen los rasgos generales de la zona de estudio. Después se anotan las técnicas usadas en la investigación. Posteriormente se describe el método de investigación empleado por el INIFAP y los distintos componentes que integran el paquete tecnológico generado para el maíz. En el cuarto capítulo se evalúan el uso de tecnologías modernas y campesinas en el manejo del maíz y su respectiva productividad. Finalmente, se exponen las conclusiones obtenidas en la investigación.

Marco geográfico

El estudio se realizó en el estado de Tlaxcala, uno de los 32 que integran a la República Mexicana. Se encuentra ubicado en la región centro-oriental sobre la Meseta de Anáhuac, entre los 2 200 y 4 400 metros de altura sobre el nivel del mar. Está situada entre los 97°37'07'' y los 98°42'51'' de longitud oeste y los 19°05'43'' y los 19°44'07'' de latitud norte. Limita al sur, este y norte con el estado de Puebla; al noroeste con Hidalgo; y al poniente con el estado de México. Posee un clima templado-húmedo y una precipitación media anual de 711 milímetros; los suelos predominantes son los cambisoles que cubren el 75% del territorio Tlaxcalteca, cuya extensión territorial es de 4 060 km², donde viven 1 068 207 habitantes, 78.2% considerada urbana y 21.8% rural.

capacidad de invención del país.

2 Tasa de dependencia: representa el cociente entre patentes solicitadas por investigadores no residentes y por residentes de cada país.

3 Tasa de autosuficiencia: relación entre número de patentes solicitadas por residentes y el total de patentes solicitadas. Este indicador crece en la medida en que la participación de las patentes solicitadas por residentes es mayor.

Tiene una extensión territorial de 4 060 km² que constituye el 0.2% del territorio nacional y una densidad de población de 263 habitantes por Km² (INEGI, 2005).

El área agrícola del estado es de 243 761 hectáreas, 88.7% de temporal y 11.3% de riego, donde se siembran cerca de 40 cultivos destacando el maíz, ya que entre 1990-2003 se sembró y cosechó, respectivamente, 136 513 y 129 506 hectáreas (SAGARPA, 2004).

La entidad consta de tres Distritos de Desarrollo Rural (DDR): *a*) el 163, con sede en Calpulalpan posee 11 municipios; *b*) el 164, situado en la ciudad de Tlaxcala, abarca 36 municipios y, *c*) el 165, ubicado en Huamantla incluye 13 municipios. Los DDR son la base territorial para diseñar y operar el Programa Especial Concurrente y los programas sectoriales que de él se derivan (DOF, 2001). Por este motivo, la recomendación del paquete tecnológico del maíz se encuentra elaborada para cada DDR.

Técnicas de investigación

La encuesta. Con este instrumento se delimitó, recolectó y sistematizó la mayor parte de los datos usados en este trabajo. Su aplicación se efectuó en agosto de 2002.

El muestreo. La encuesta se aplicó a una muestra aleatoria de 1884 productores. Para determinar su tamaño se usó la expresión matemática propuesta por Gómez (1977). El marco de muestreo fueron los 94 963 productores de maíz, miembros del Programa Directo de Apoyo al Campo (PROCAMPO) del estado de Tlaxcala, seleccionados al azar una a una y sin reemplazo, por lo que se depuró la lista original para evitar que un productor apareciera más de una vez en la muestra. Así, el marco de muestreo definitivo fue de 43 274 agricultores.

El Índice de Apropiación de Tecnología Agrícola (IATA). Con este índice se estimó el uso adecuado del paquete tecnológico recomendado por el INIFAP y su cálculo se puede consultar en Damián *et al.*, (2007).

El modelo *Recomendaciones Generales* y el paquete tecnológico del INIFAP

El modelo *Recomendaciones Generales*

El enfoque de investigación agrícola utilizado por el INIFAP para generar paquetes técnicos, es el denominado *Recomendaciones Generales* modelado según las características de los servicios similares en los países desarrollados, particularmente de Estados Unidos de América y los países de Europa Occidental. Consiste en realizar ensayos

de campo en sitios dentro de cada región de interés, y definir *recomendaciones generales* basadas en la respuesta media de los cultivos que se atienden en los ciclos experimentales. Los ensayos de campo se hacen en pocas localidades, generalmente en estaciones experimentales, donde los investigadores responsables, tienen control absoluto sobre las prácticas de manejo de los cultivos. Se repiten los ensayos en los mismos sitios, aproximadamente durante 3-4 años, y el número de repeticiones varía de 4 a 6. Se hace un análisis económico de los datos de respuesta obtenidos en cada sitio experimental, y se estiman los niveles óptimos de las prácticas de producción agrícola. Se calcula una *recomendación general* promediando los niveles óptimos estimados para cada sitio. Se entregan las recomendaciones generales al Servicio de Extensión, para que se incluya la nueva “fórmula de producción” en los “ensayos de verificación” que deben realizar los extensionistas en varias localidades de sus jurisdicciones de trabajo, para posteriormente proceder a difundir la adopción de la tecnología (Laird, 1977).

El primer paso del modelo *Recomendaciones Generales* es la experimentación y para llevarla a cabo el INIFAP delimitó grandes regiones agroecológicas que incluían varias entidades federativas del país, con problemas comunes: la agricultura temporalera de la zona templada del altiplano en contraste con la agricultura de riego del norte, la ganadería de las zonas áridas en contraste con la ganadería del trópico húmedo y la del trópico seco. La actividad forestal del altiplano en contraste con la de las selvas tropicales del sur del país (Moncada, 1991).

La aplicación del programa de ajuste estructural introdujo cambios en el INIFAP. Esta fase se caracteriza por la descentralización administrativa y la contracción del gasto público para fomentar la investigación agrícola trasladando esta función a los gobiernos estatales, para articular los elementos del Sistema Nacional de Investigación Agropecuaria y generar tecnología acorde con las condiciones concretas de cada entidad. A pesar de estos cambios, el instituto conservó indemne su estrategia de investigación organizada en torno a las regiones agrícolas, representadas ahora por los Distritos de Desarrollo Rural y la Provincias Agronómicas de cada entidad federativa.

El paquete tecnológico del INIFAP

El paquete tecnológico recomendado por el INIFAP para el manejo del maíz incluye 12 componentes, los cuales se exponen en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Paquete tecnológico recomendado por el INIFAP para el manejo del maíz en el estado de Tlaxcala, México

Componente tecnológico	DDR 163: Calpulalpan	DDR 164: Tlaxcala	DDR 165: Huamantla
Fecha de siembra	21 de marzo a 30 de mayo	1 de marzo a 30 de mayo	16 de marzo a 15 de mayo
Variedad de semilla	H-30, H-33, H-44, y H-42, VS-22, V-23, Ixtlahuaca, Criollo Terrenate y Pamesa 1	H-135, H-44, H-42, H-40 H-33, H-30, VS-22, V-23, Halcón, Ixtlahuaca y Pamesa 1	H-40, H-44, H-42, H-33, H-30, VS-22, V-23, Criollo Terrenate y Pamesa 1
Distancia entre surcos	85 cm	85 y 92 cm	85 cm
Distancia entre matas	55 cm	55 cm	55 cm
Plantas por mata	2 a 3	2 a 4	2 a 3
Fórmula de fertilización	140-60-30 y 100-60-00	100-60-00, 180-60-45 y 160-60-45	140-60-30 y 100-60-00
Fecha de fertilización	Siembra y segunda labor	Siembra y segunda labor	Siembra y segunda labor
Nombre de herbicida	Gesaprim calibre 90	Gesaprim calibre 90	Gesaprim calibre 90
Dosis de herbicida	0.5 a 1.0 kg/ha en 250lt de agua	0.5 a 1.0 kg/ha en 250lt de agua	0.5 a 1.0 kg/ha en 250lt de agua
Nombre de plaguicida	Volatón 5% G (gallina ciega, gusano de alambre y larvas de diabrotica), Sevín 5% G (Gusano cogollero), Paratión metílico 50 CE (Frailecillo, chapulín, picudo y adultos de diabrotica) y Diazinón o Malatión (Pulgones).	Volatón 5% G (gallina ciega, gusano de alambre y larvas de diabrotica), Sevín 5% G (Gusano cogollero), Paratión metílico 50 CE (Frailecillo, chapulín, picudo y adultos de diabrotica) y Diazinón o Malatión (Pulgones).	Volatón 5% G (gallina ciega, gusano de alambre y larvas de diabrotica), Sevín 5% G (Gusano cogollero), Paratión metílico 50 CE (Frailecillo, chapulín, picudo y adultos de diabrotica) y Diazinón o Malatión (Pulgones).
Dosis de plaguicida	Volatón 5% G: 1.3 a 1.5 kg/ha; Sevín 5% G 12 a 15 kg/ha; Paratión metílico 50 CE: 1.0 kg/ha en 250lt de agua; Diazinón: 0.25 lt/ha y Malatión: 1.0 lt/ha en 250lt de agua	Volatón 5% G: 1.3 a 1.5 kg/ha; Sevín 5% G 12 a 15 kg/ha; Paratión metílico 50 CE: 1.0 kg/ha en 250lt de agua; Diazinón: 0.25 lt/ha y Malatión: 1.0 lt/ha en 250lt de agua	Volatón 5% G: 1.3 a 1.5 kg/ha; Sevín 5% G 12 a 15 kg/ha; Paratión metílico 50 CE: 1.0 kg/ha en 250lt de agua; Diazinón: 0.25 lt/ha y Malatión: 1.0 lt/ha en 250lt de agua
Fungicidas	No hay problemas de enfermedades	No hay problemas de enfermedades	No hay problemas de enfermedades

Fuente: INIFAP, 1999. Programa Rector de Desarrollo Agropecuario del estado de Tlaxcala 1999-2005.

MIGUEL ÁNGEL DAMIÁN HUATO
BENITO RAMÍREZ VALVERDE

En este paquete destaca que: *a)* en algunas actividades existen distintas recomendaciones para cada DDR, debido a que el INIFAP delimitó en cada uno de ellos, Provincias Agronómicas clasificadas como de muy buena, buena y mediana potencialidad productiva, suponiendo que en estas provincias agronómicas los productores tienen un manejo del maíz razonablemente similar; *b)* predomina el empleo de agroquímicos, ya que la investigación agrícola efectuada en México ha priorizado la generación de tecnología para la agricultura empresarial, basada en elevadas inversiones, métodos de cultivo e insumos modernos y tierras irrigadas. El propósito de este tipo de agricultura, es la obtención de mayores ganancias que beneficia a los grandes agricultores y a las corporaciones transnacionales que producen y venden estos insumos (Jiménez, 1990), y *c)* no toma en cuenta las tecnologías campesinas empleadas en el manejo del maíz.

Evaluación de tecnologías moderna y campesina para el manejo del maíz por DDR

Evaluación de tecnología moderna

En el Cuadro 3 se exponen los resultados del uso adecuado que hacen los productores de maíz por DDR, del paquete tecnológico recomendado por el INIFAP.

DDR	Productores Número	%	Rendimiento (Kg/Ha)	IATA (Unidades)
Calpulalpan	463	24%	1836	31.6
Tlaxcala	655	35%	1940	31.7
Huamantla	766	41%	1760	34.3
Estado	1884	100%	1841	32.7

Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de la encuesta, 2002.

En estos datos resalta que el IATA de los maiceros es bajo ya que menos de un tercio de la tecnología generada por el INIFAP fue empleada por ellos, debido a lo siguiente: es una población avejentada, con una edad promedio de 58.8 años y bajo grado de escolaridad (3.9 años); disponen de poca tierra ya que siembran en promedio 2.34 hectáreas y 29% de ellos cultivan menos de media hectárea; obtienen bajos ingresos, en promedio 4 941 pesos y su acceso al riego es ínfimo, 0.08 hectáreas en promedio. La asesoría técnica sólo se suministró a 158 maiceros ocasionando el desfase entre la generación y transferencia de tecnología.

En cuanto al uso de tecnología sólo 213 productores de maíz tienen tractor y 908 poseen yunta; 147 sembraron semillas mejoradas y 385 aplicaron insecticida para combatir plagas. Solamente los fertilizantes y herbicidas fueron empleados por el 85 y 57% de los maiceros. El uso del fertilizante se debe al tipo de suelo que predomina en Tlaxcala, los Cambisoles, que son poco desarrollados y parecidos al material primario original. Según Ojeda y Ojeda (1996), los suelos agrícolas del estado son los únicos del país clasificados como de muy baja fertilidad. El empleo del herbicida se explica porque reduce la mano de obra utilizada en las labores de cultivo, debido a que en la entidad se ha promovido el empleo de mano de obra rural en actividades de secundarias y terciarias, originando lo que De Grammont (2006) denomina pluriactividad⁴ o lo que Galindo (1994) define como agricultura de tiempo parcial. La pluriactividad también ha sido causada por la exclusión de los productores de subsistencia del actual modelo de acumulación; de este modo su sobrevivencia depende de su inserción en el aparato productivo realizando actividades distintas a las agropecuarias.

En el estado de Tlaxcala, datos de la encuesta indican que 74% de los productores efectuaron otras actividades, además de sembrar maíz, afectando la apropiación de tecnología, el manejo del maíz y su productividad. El impacto de la pluriactividad en la productividad de los maiceros se debe al poco tiempo de que dispone para mejorar el manejo de este cultivo mediante la introducción de innovaciones tecnológicas y a la paulatina pérdida de especialización que muestra en la siembra de esta gramínea. Simultáneamente, la pluriactividad también disminuye la fertilidad del suelo, ya que cuando la mayoría de los ingresos de los maiceros los obtienen de otras actividades, lo normal es que renten o presten su parcela a otro productor quien no se preocupará por mantener o incrementar la fertilidad de un suelo que no le pertenece.

El bajo empleo de la tecnología se acentúa por la emigración. Datos de la encuesta señalan que 17% de las personas que integran la estructura familiar de los maiceros emigraron y que las remesas que envían son esenciales para su reproducción, cubriendo una quinta parte del gasto total que efectúan. La emigración provoca la interrupción de la actividad agrícola, lo que dificulta la transferencia del conocimiento local (Nadal y Wise, 2005).

Los efectos de la pluriactividad se muestran en el uso inadecuado del paquete tecnológico, ya que sólo la fecha de siembra fue usada correctamente por 93% de los productores, mientras que las variedades mejoradas fueron utilizadas en su mayoría erróneamente (96%), al

⁴ La pluriactividad se entiende como la ejecución de actividades agropecuarias y no agropecuarias para garantizar la sobrevivencia del productor rural y su familia.

**MIGUEL ÁNGEL DAMIÁN HUATO
BENITO RAMÍREZ VALVERDE**

igual que la densidad de población (66%), la fórmula (100%) y fecha de aplicación de fertilizante (79%), el tipo (93%) y dosis de herbicida (96%) y el tipo (99.5%) y dosis de insecticida (99.7%).

Hay que resaltar que el uso adecuado de la tecnología se traduce en mayores rendimientos por hectárea, excepto en la densidad de plantas (Cuadro 4). Sin embargo, se puede afirmar que el empleo de esta tecnología tiene poco impacto en el aumento de la productividad de los maiceros Tlaxcaltecas. Datos de la SAGARPA (*op. cit.*), indican que entre 1990-2003 aquéllos fueron en promedio de 1 838 kg/ha para el estado y de 2 362 kg/ha para el país, aun cuando en este periodo el clima fue más benigno en la entidad que a nivel nacional, ya que el índice de no siniestro⁵ fue, respectivamente, de 0.949 y 0.895.

Cuadro 4. Rendimientos (Kg/ha) de acuerdo con el uso adecuado e inadecuado del paquete tecnológico recomendado por el INIFAP.

Actividad	Promedio estatal i	
	Adecuada	Inadecuada
Fecha de siembra	1852	1705
Variedad mejorada	2038	1833
Densidad de plantas	1820	1852
Fecha de aplicación del fertilizante	1914	1821
Tipo de herbicida	1848	1841
Dosis de herbicida	1850	1841
Tipo de insecticida	1910	1841
Dosis de insecticida	1900	1841

Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de la encuesta, 2002.

Además este tipo de agricultura ha contribuido, según datos proveídos por el Informe Stern (2007:5), con el 14% del calentamiento del planeta. La deforestación, la salinización y erosión de suelos, la eutrofización de los lagos, la contaminación con fertilizantes y plaguicidas, son algunos de los impactos que la Revolución Verde ha tenido sobre el medio ambiente. Según Nadal (2000), un impacto alarmante e inesperado del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) ha sido el deterioro ecológico causado por la caída o estancamiento de los rendimientos promedios y el aumento del área sembrada con maíz ocupando tierras improductivas, reservas de la biosfera y otras áreas protegidas.

⁵ El Índice de No Siniestro es la superficie cosechada como fracción de la superficie cultivada (Turrent *et al.* 1999). Por lo tanto, este índice muestra la incidencia que tiene el clima y suelo en la productividad agrícola.

El empleo inadecuado de agroquímicos acelera el deterioro de los recursos humanos y naturales que, a su vez, regulan el comportamiento de otros recursos (suelo, agua, clima y carbono), que afectan la productividad agrícola, la diversidad ecológica, la calidad del aire, la sostenibilidad del proceso productivo y la propia vida humana. En el estado de Tlaxcala el deterioro ecológico ya se expresa en la modificación de la fecha de siembra del maíz ya que, según datos de la encuesta, el 0.2, 8.0, 52.4, 34.9 y 4.5% de los productores realizaron su siembra en febrero, marzo, abril, mayo y junio, respectivamente, cuando hace 10 años, nos dice Cleto Bello (2002, entrevista personal): “casi todos los productores sembrábamos a finales de marzo y principios de abril”. También, el quebranto ecológico se muestra en el grado de erosión que tienen los suelos agrícolas de la entidad. Para Werner (2005), Coordinador del Proyecto Suelos Volcánicos Rehabilitados para Tlaxcala, en pocos años poco más del 70% del suelo cultivable del estado, 180 000 ha, se convertirán en tepetate. Actualmente 17%, 40 000 hectáreas, son inservibles para el cultivo y 54% está en ese proceso.

Evaluación de tecnologías campesinas

La tecnología campesina es esencial para el manejo del maíz en el estado de Tlaxcala, destacando el empleo de semilla criolla, la asociación y rotación de cultivos, las técnicas de conservación de suelo y la aplicación de estiércol a la parcela agrícola empleadas, respectivamente, por el 92, 65, 76, 63 y 66% de los productores.

La preponderancia que tienen los materiales criollos se debe, en primer lugar, al papel central que cumple el maíz en la alimentación humana y al hecho de que para la elaboración de las tortillas se prefiere el empleo de variedades criollas, ya que esto les garantiza a las familias campesinas que se trata de maíz de ese año, el cual posee buen sabor, olor y buena calidad. Por otra parte, los materiales criollos aseguran, en parte, la producción-reproducción de la sinergia agricultura-ganadería, ya que por su alto porte, comparado con el que tienen las semillas mejoradas, obtienen mayores cantidades de rastrojo destinado a la manutención de las distintas especies de ganado mayor que poseen los maiceros tlaxcaltecos. En promedio cada productor posee 1.3 vacas, 0.4 caballos, 0.5 mulas, 0.4 asnos, 4.8 cabras, 1.3 cerdos, 5.4 gallinas y 2.6 guajolotes.

La relevancia de los policultivos o asociación de cultivos, se debe a la variedad de bienes agrícolas que obtienen los maiceros de la misma parcela, los cuales son esenciales para su reproducción social, destinando la mayor parte de la cosecha obtenida al autoconsumo, ya que solamente comercializan, en promedio, 2.1% de la producción. En el estado de Tlaxcala, 1 225 productores de la muestra estudiada sembraron maíz asociado con otros cultivos: 39% con haba, 20% con

**MIGUEL ÁNGEL DAMIÁN HUATO
BENITO RAMÍREZ VALVERDE**

haba-calabaza, 19% con frijol-calabaza, 14% con frijol, 7% con calabaza y 0.1% con distintas arvenses comestibles. La variedad de plantas que se siembran asociadas proporcionan al productor los nutrientes básicos, ya que el maíz nixtamalizado suministra energía en forma de hidratos de carbono y otros elementos, como niacina, necesarios para la vida, mientras que el frijol (o haba) aporta proteínas, triptófano y lisina (Rojas, 1990:).

La rotación de cultivos se encarga de retener mayor cantidad de humedad y nutrientes y de mejorar el control de plagas y enfermedades de forma natural. Por su parte, la conservación de suelos mejora las capacidades productivas y ambientales de los suelos. Las técnicas de conservación son practicadas por 1 196 maiceros y las más importantes son: bordeado, terrazas vivas, zanjas, reparos⁶, terrazas con piedra y curvas a nivel practicadas, respectivamente, por el 49.5, 21.3, 18, 5.5, 4.1 y 1.6% de los productores de maíz. Finalmente, el empleo de estiércol aumenta la productividad del suelo.

Lo que importa resaltar es que los productores que usaron técnicas campesinas consiguieron, en promedio, más rendimientos por hectárea que cuando no las emplearon, excepto en semillas criollas y cultivos asociados (Cuadro 5). Hay que subrayar que en el caso de los policultivos, los datos no incluyen los rendimientos de las plantas sembradas con maíz, por lo que es muy probable, que su Eficiencia Relativa de la Tierra (ERT)⁷ sea mayor.

Cuadro 5. Rendimientos (Kg/ha) de los productores con empleo y no empleo de tecnología campesina

Tecnología	DDR 163		DDR 164		DDR 165		Promedio estatal	
	Uso	No uso	Uso	No uso	Uso	No uso	Uso	No uso
Semilla criolla	1825	1940	1921	2185	1746	1940	1826	2018
Asociación de cultivos	1808	1884	1929	1964	1748	1780	1827	1868
Rotación de cultivos	1836	1839	2012	1798	1790	1641	1870	1752
Conservación de suelos	1870	1777	1943	1935	1765	1750	1852	1823
Aplicación de abono	1935	1647	1975	1865	1825	1636	1905	1714

Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de la encuesta, 2002.

⁶ Los “reparos” son excavaciones construidas a lo largo y en el fondo de los surcos, para evitar la erosión del suelo, guardar la humedad y retener el abono orgánico. El número, profundidad y tamaño de los “reparos”, depende de la

La mayor productividad de las tecnologías campesinas se debe a que mejoran las interacciones agronómicas y eficientizan el uso de los recursos naturales cuyo costo tiende a cero (Cortés *et al.*, 2004). Altieri (1991) plantea que los cultivos asociados maximizan las interacciones agronómicas ya que el agrupamiento de plantas con distintos hábitos de crecimiento, follajes y estructuras radiculares emplean de forma más eficiente los factores ambientales (nutrientes, agua y radiación solar). Además, la asociación maíz-frijol/haba-calabaza beneficia la relación agua-suelo-planta-ambiente, pues el frijol/haba fija nitrógeno atmosférico que es aprovechado por el maíz; mientras que la calabaza con su amplio follaje y hábito rastrero protege al suelo de la erosión, impide el crecimiento de malezas y la evaporación del agua (Rojas *et al.*, *op. cit.*). Mientras que esta tecnología campesina proporciona gratuitamente nitrógeno atmosférico, el paquete tecnológico de INIFAP recomienda adicionar grandes cantidades de este elemento químico (Cuadro 2).

Las rotaciones de cultivos, especialmente gramíneas y leguminosas, mejoran las propiedades de los suelos; por un lado, lo preparan desde el punto de vista microbiológico y retiene más humedad y nutrientes; y, por otra parte, rompen el ciclo biológico de las plagas asegurando mayor sanidad al suelo (Mendoza, 2004). Para Altieri y Nicholls (2000), la rotación de cultivos disminuyen problemas de malezas, insectos plaga y enfermedades. Aumentan los niveles de nitrógeno disponible en el suelo, reducen la necesidad de fertilizantes sintéticos y, junto con prácticas de labranza conservadoras del suelo, reducen la erosión edáfica.

La conservación de suelos evita la pérdida de nutrientes y mejora las capacidades productivas de los suelos agrícolas. Por último, el uso de estiércol es un indicador clave de la calidad del suelo ya que provee nutrientes, mejora la estructura y textura del suelo, aumenta la aireación, penetración y retención de agua, estimula el desarrollo de microorganismos benéficos para la planta y es esencial para capturar carbono. Así lo señala la investigación de Rothamsted que es el experimento agronómico más antiguo, donde se demostró que la aplicación de estiércol duplicó el contenido de carbono orgánico (Robert, 2002).

pendiente del suelo. Esta técnica campesina, se lleva a cabo en algunas localidades situadas en las faldas del cerro La Malintzin.

⁷ La ERT se determina comparando el rendimiento de una especie intercalada, respecto al rendimiento de la misma especie sembrada en sistema simple o monocultivo. Pero el mejor método para medir la ERT tiene que considerar los ámbitos económico, social, cultural y servicios ambientales (captura de CO₂, conservación de suelos y aguas) que prestan los cultivos intercalados, respecto a los monocultivos.

Sin embargo, y a pesar de la evidente utilidad, eficiencia, eficacia y relevancia que poseen las tecnologías campesinas, el paquete tecnológico recomendado por el INIFAP no las incluye. Esta situación se explica porque, hasta ahora, la mayoría de las tecnologías campesinas no participan en la valorización del capital y es precisamente esta función, como dice Katz (*op. cit.*) la que, en última instancia, condiciona la aplicación de los descubrimientos en el capitalismo.

Éste no es el caso de las tecnologías modernas, basadas en el empleo de materiales híbridos y/o transgénicos que precisan el uso de otros insumos para mejorar la producción. Borlaug y Dowsnell (2005) plantean que las variedades mejoradas y transgénicas sólo pueden lograr cosechas marcadamente superiores sobre las variedades tradicionales si se producen cambios sistemáticos en el manejo del cultivo, tales como fertilización y manejo de agua. A su vez, estos cambios ocasionan otras modificaciones que deben ser aplicados simultáneamente si se quiere lograr el potencial de las variedades modernas. Así, una mayor fertilidad del suelo y una mayor disponibilidad de humedad para los cultivos, también mejoran la ecología para la maleza, las plagas y enfermedades. De este modo, se tienen que introducir mejoras complementarias para combatir malezas, insectos y enfermedades, a fin de conseguir el máximo beneficio. Por estos motivos, los paquetes tecnológicos creados por el INIFAP tienden a maximizar el uso de insumos agrícolas cuya producción y comercialización se encuentran totalmente articuladas a la acumulación del capital. Estos insumos, son abastecidos por agroindustrias transnacionales, que han resultado ser las principales beneficiarias de la *Revolución Verde y Transgénica*.

Este tipo de tecnología ha sido considerada por los teóricos de la modernización como la palanca fundamental del progreso concebido de forma teleológica, es decir, como un fin al que todas las naciones deben aspirar. La idea del progreso se ha convertido en el faro de la modernidad al que todos los habitantes del planeta tenemos que llegar; con este propósito se tiene que recorrer la misma ruta de aquellos países que se encuentran más avanzados en este proceso. De este modo, los distintos países se sitúan en un *continuum*, cuyos polos están representados por la tradición y la modernización, ejemplificados de forma diáfana en las cinco fases del progreso que tienen que recorrer las sociedades tradicionales para que, según Rostow (1963), puedan llegar a la modernidad reducida por el autor a la era del consumo de masas. Es decir, la modernización del mundo se ha identificado con el estilo de vida instituido por los países de Europa Occidental y, sobre todo, por el frenético consumismo alentado por los Estados Unidos de América.

Producir como ellos se ha convertido en la divisa fundamental de los países que se encuentran en tránsito a la modernidad. Para la mayoría de los regímenes políticos que dirigen a estas sociedades, basta con importar la tecnología generada en esos países y/o copiar

sus modelos de generación y transferencia tecnológica para que una sociedad tradicional construya las precondiciones que le permitan despegar y madurar para llegar a la modernidad.

Es posible incrementar la producción de maíz de manera sostenida y sustentable, por razón de la restitución e incremento de las energías productivas originarias de la tierra basadas en el empleo de tecnologías campesinas. El rescate y potenciación de este conocimiento no es baladí porque tiene que ver con otro enfoque del desarrollo de la sociedad humana. Y es que la evolución sólo es progreso cuando no se limita a negar ni abolir, sino cuando también conserva; cuando junto a lo existente que merezca desaparecer, mantiene también lo que merece conservarse. La evolución consiste, pues, en acumular los progresos de las fases anteriores de la evolución (Kautsky, 1977). Las tecnologías campesinas al capturar carbono, fijar nitrógeno atmosférico, potenciar las interacciones agronómicas, promover la biodiversidad, y la sinergia agricultura-ganadería, representan una verdadera opción para promover el desarrollo sostenible de la agricultura y la soberanía alimentaria.

Conclusiones

Los resultados de la investigación indican que en el manejo del maíz son más relevantes las tecnologías campesinas que las tecnologías recomendadas por el INIFAP, la cual se caracteriza porque ha sido creada con modelos de investigación importados de los países desarrollados, por el bajo impacto que tiene en el aumento de la productividad entre productores de la entidad Tlaxcalteca y porque se basa exclusivamente en el empleo de agroquímicos, acelerando el deterioro de los recursos productivos y contribuyendo con el calentamiento global de la tierra. Otros resultados señalan que las tecnologías campesinas mostraron mayores rendimientos por hectárea, debido a que potencia las interacciones agronómicas, promueven la sinergia agricultura-ganadería y resultan ser más eficientes en la utilización de los recursos naturales cuyo costo tiende a cero. Del mismo modo, se ha demostrado que los sistemas agrícolas tradicionales se caracterizan porque sirven como sumidores de carbono, y por lo mismo, amortiguan el calentamiento del globo terráqueo.

Literatura citada

- Altieri, M., y Clara I. Nicholls. 2000. Agroecología: Teoría y práctica para una agricultura sustentable, Programa de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente, primera edición, México, p. 15.
- Bello, C. 2002. Entrevista personal. San Francisco Tetlahnocan, Tlaxcala, México.

- Borlaug N. y Christopher Dowsell. 2005. La Inacabada Revolución Verde. El Futuro Rol de la Ciencia y la Tecnología en la Alimentación del Mundo en Desarrollo. Agbioworld, [<http://www.agbioworld.org/biotech-info/articles/spanish/desarrollo>, 21 de octubre de 2007], p. 2.
- Cortés, J. I., P. Díaz, R. Mendoza, E. Hernández, E. Aceves, A. Turrent y N. estrella. 2004. Manual para técnicos. El sistema agrícola Milpa Inter-calada con Árboles Frutales en terrenos planos, primera edición, CONACYT-SIZA, CP, INIFAP, Puebla, México, 17p.
- Damián Huato, M. A., Benito Ramírez, Filemón Parra, Juan A. Paredes, Abel Gil, Jesús F. López y Artemio Cruz. 2007. Apropiación de tecnología y territorio: el caso de los productores de maíz del estado de Tlaxcala, México”, *Boletín Investigaciones Geográficas*” Número 63, UNAM, México, p. 42.
- De Grammont, H. 2006. La nueva estructura ocupacional en los hogares rurales mexicanos: de la Unidad Económica Campesina a la Unidad Familiar Pluriactiva, ALASRU, Quito, Ecuador, pp. 2 y 12-13.
- Diario Oficial de la Federación (DOF). 2001. Diario Oficial de la Federación, Ley de Desarrollo Sustentable, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, p. 14.
- Galindo A. 1994. La agricultura de tiempo parcial en los países industrializados: el caso de Italia, *Comercio Exterior*, núm. 44, vol. 4, México, p. 313.
- Gómez A. R. 1977. Introducción al muestreo, Tesis de Maestría en Ciencias en Estadística, Colegio de Postgraduados, Chapingo, México, pp. 43-93.
- Informe Stern. 2007. Stern Review: la economía del cambio climático. HM Treasury Stern Review, Department for Environment, Food and Rural Affairs, [<http://www.defra.gov.uk/environment/climatechange>, 15 de octubre de 2007], Londres, Inglaterra, p. 5.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2005. II Censo de Población y Vivienda, [www.inegi.gob.mx/, 30 de septiembre de 2007], México.
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). 1999. Programa Rector de Desarrollo Agropecuario 1999-2005, Base de Datos de Tecnología Agropecuaria del estado de Tlaxcala, CD RON, México.
- Instituto Nacional de investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). 2003. Manual de Organización, Dirección General de administración, [<http://www.inifap.gob.mx/>, 3 de mayo de 2005], México, p. 7.
- Jiménez, V. M. 1990. La Fundación Rockeller y la investigación agrícola en América Latina, revista *Comercio Exterior*, volumen 40, Núm. 10, México, p. 972.
- Katz, C. 1999. La Tecnología como Fuerza Productiva Social: Implicancias de una Caracterización, Quipú, revista Latinoamericana de Historia de las Ciencias y la Tecnología, vol. 12, núm. 3, Sociedad Latinoamericana de Historia de las Ciencias y la Tecnología, México, p. 371.
- Kautsky, K. 1977. La cuestión agraria, Ediciones de Cultura Popular, México, p. 4.
- Laird, R. J. 1977. Investigación agronómica para el desarrollo de la agricultura de temporal, Escuela Nacional de Agricultura, Colegio de Postgraduados, Rama de Suelos, Chapingo, México, pp. 55-56.

- Mendoza Robles, Ricardo. 2004. Otras prácticas de cultivo de los productores de maíz: diversificación, rotación de cultivos y técnicas de conservación de suelos, pp. 197-198. En Damián Huato, M. A., Benito Ramírez, Abel Gil, Nicolás Gutiérrez, Agustín Aragón, Ricardo Mendoza, Juan C. Paredes, Tania Damián y Ángel Almazán. 2004. Apropiación de tecnología agrícola. Características técnicas y sociales de los productores de maíz de Tlaxcala. Puebla: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, CONACYT-SIZA y H. Congreso del estado de Tlaxcala, Puebla, México, pp. 191-207.
- Moncada, J. 1991. Evolución y perspectivas de la investigación agrícola en México. En I. Méndez, J. De la Fuente, M. González, M. L. Jiménez, R. Ortega, J. Moncada, A. Caetano, S. Mendoza M. Perales. 1991. La investigación agrícola en México en la década de los ochentas, Universidad Autónoma Chapingo, México, pp. 40-41.
- Nadal, A. 2000. The environmental & social impacts of economic liberalization on corn production in México”, Fund For Nature, Gland, Switzerland and Oxfam GB, [www.oxfam.org.uk, 30 de Julio de 2004], Oxford, Inglaterra, p. 53.
- Nadal, A. T. A. Wise. 2005. Los costos ambientales de la liberalización agrícola: El comercio de maíz entre México y EU en el marco del NAFTA. En Globalización y medio ambiente: lecciones desde las Américas. Publicado por Heinrich Böll Foundation North América, p. 79.
- Ojeda, D. y E. Ojeda T. 1996. Suelos Cultivados de la República Mexicana, Contenido Medio de Nutrimientos Minerales Aprovechables. México: Universidad Autónoma Chapingo. En estadísticas del Medio Ambiente 1999. Capítulo II. Medio ambiente y recursos naturales. [www.inegi.gob.mx/.../espanol/bvinegi/productos, 15 de mayo de 2005], p. 10.
- Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT). 1990-2004. <http://www.ricyt.edu.ar/>. Buenos Aires, Argentina.
- Robert, M. 2002. Captura de carbono en los suelos para un mejor manejo de la Tierra. Informes sobre recursos mundiales de suelos, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Italia, p. 5.
- Rojas R. T. 1990. La agricultura en la época prehispánica, México, p. 25. En Rojas, T., M. Romero, C. Rodríguez, G. Von Wobeser y T. Martínez. 1990. La agricultura en tierras mexicanas desde sus orígenes hasta nuestros días, editorial Grijalbo y Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, México, pp. 15-118.
- Rostow, W. W. 1963. Las etapas del crecimiento económico, editorial Fondo de Cultura Económico, México, 206p.
- Schwentesius, R. 2002. Competitividad de la agricultura y retos de la investigación en México, inédito, Centro Estatal de Ciencia y Tecnología, Xicotepec de Juárez, Puebla, México, pp. 12-13.
- Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH). 1990. Programa Nacional de Modernización del Campo 1990-1994. Comercio Exterior. (Banco de México), vol. 40, núm. 10, México, p. 991.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2004. Situación actual y perspectivas del maíz en México: 1990-2003, Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIACOM), [http://www.sagarpa.gob.mx/cgcs/, 20 de mayo

MIGUEL ÁNGEL DAMIÁN HUATO
BENITO RAMÍREZ VALVERDE

de 2003], México, p. 134.

Schoijet, Mauricio. 1979. Ciencia, tecnología y capitalismo dependiente, revista Nueva Sociedad núm. 42, México, P. 38.

Turrent F. A., R. Camacho, N. F. Nicolás, S. Uribe, J. I. Cortés y R. Mendoza. 1999. Posibilidades técnicas de lograr la soberanía alimentaria de origen vegetal en México, Revista Terra, vol. 17, núm. 1, Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A. C., [<http://www.chapingo.mx/terra/index.php>, 23 de mayo de 2005], México, p. 63.

Werner, G. 2005. En riesgo de erosión, 70% del suelo cultivable de Tlaxcala, periódico *La Jornada de Oriente Puebla-Tlaxcala*, [www.jornada.unam.mx/, 28 de noviembre 2005], Puebla, México.