

APROPIACIÓN DE TECNOLOGÍA POR PRODUCTORES DE MAÍZ EN EL ESTADO DE TLAXCALA, MÉXICO*

APPROPRIATION OF TECHNOLOGY BY MAIZE GROWERS IN THE STATE OF TLAXCALA, MEXICO

Miguel Ángel Damián Huato^{1§}, Benito Ramírez Valverde², Filemón Parra Inzunza², Juan Alberto Paredes Sánchez², Abel Gil Muñoz², Artemio Cruz León³ y Jesús Francisco López Olguín¹

¹Departamento de Agroecología y Ambiente, Instituto de Ciencias, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Av. 14 Sur 6301, Ciudad Universitaria. 72570 Puebla, Puebla, México. ²Colegio de Postgraduados *Campus*-Puebla. ³Universidad Autónoma Chapingo. [§]Autor para correspondencia: kufbilkerem@hotmail.com

RESUMEN

La tecnología disponible para los cultivos mejora su rendimiento y calidad si se utiliza en forma adecuada. El objetivo de esta investigación fue desarrollar una metodología para identificar y evaluar factores limitantes del uso y aplicación de la tecnología recomendada por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), para la producción de maíz en el estado de Tlaxcala, México. La investigación se realizó en agosto de 2002 en los 60 municipios del estado. Se encuestaron 1884 productores de maíz seleccionados al azar, se preguntó sobre prácticas agronómicas, rendimiento, y aspectos económicos y sociológicos: familiares y comunitarios. Se elaboró un índice de apropiación de tecnología de 0 a 100 unidades: 0 correspondió a los productores que no utilizan la tecnología recomendada y 100 a quienes la utilizan y aplican total y adecuadamente. Con base en los resultados de la encuesta se tipificó a los productores de acuerdo al valor del índice obtenido como: de muy baja, baja, media y alta apropiación. El 73% de los productores se clasificaron como de baja apropiación y solo 1.5% de alta. Se observó una relación directa entre índice de apropiación y rendimiento; sin embargo, solo un tercio de la tecnología fue utilizada por los productores. Los principales factores que limitan el uso y la aplicación correcta de la tecnología fueron: acceso limitado a factores de la producción, relevancia de las prácticas tradicionales, desempeño de otras actividades

complementarias, bajos ingresos, migración y escasa asesoría técnica. El concepto de apropiación de tecnología agrícola, la técnica de índice de apropiación y el instrumento analítico de tipología de productores, articularon la secuencia metodológica empleada en esta investigación.

Palabras clave: *Zea mays* L., apropiación de tecnología, innovación, tipología de productores.

ABSTRACT

Correctly applied, the technology available for maize production can increase yield. The objective of this research was to develop a methodology for evaluating and identifying the main factors that restrict the use and the proper application of the technology recommended by Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) for maize production in the state of Tlaxcala, Mexico. In August 2002, a survey was carried out throughout the 60 counties of the state on 1884 maize growers randomly chosen, in order to know their agronomic practices and economic and sociological status of their families and communities. A technology appropriation index was constructed with a scale from 0 to 100 units, in which 0 corresponded to the growers with no use of the recommended technology at all and 100 to those that use it all and do applied it properly. With the

* Recibido: Diciembre de 2005
Aceptado: Agosto de 2007

data from the survey, the maize growers were classified as of: very low, low, medium, high and very high appropriation level. The results showed that 73% of the farmers were at the low appropriation level and only 1.5% at the high level. A direct relationship between the appropriation level and yield was found; however, only one third of the available technology was used. The main factors that restrict the use of technology and its proper application were: restricted access to the production elements, relevance of traditional practices, complementary activities, low income, migration and lack of technical assistance. The technology appropriation concept, the appropriation index and the typology of the farmers as an analysis tool, articulated the methodological sequence utilized in this research.

Key words: *Zea mays* L., appropriation of technology, innovation, farmer's typology.

INTRODUCCIÓN

La investigación agrícola aporta conocimientos para mejorar la rentabilidad de los cultivos y conservar los recursos naturales. El INIFAP es la institución del gobierno federal encargada de atender las demandas y necesidades de las cadenas agroindustriales y de los productores en materia de investigación agrícola (INIFAP, 2003).

El modelo de trabajo que utiliza el INIFAP incluye cuatro etapas: experimentación, validación, transferencia y adopción. La experimentación genera el conocimiento que sustenta la validez de la tecnología; la validación evalúa la aplicabilidad de los resultados de la investigación en el contexto comercial; la transferencia de tecnología se define como la difusión de las innovaciones tecnológicas a los usuarios y la adopción es la incorporación del componente tecnológico a los sistemas de producción (Laird, 1977).

Un aspecto crucial que soslaya este modelo es la evaluación del grado con que la tecnología se incorpora en forma adecuada a los sistemas de producción, ya que de ello dependen los incrementos en productividad esperados. El impacto de la investigación agrícola se evalúa con dos métodos. El primero, sugerido por el Servicio Internacional para la Investigación Agrícola Nacional (ISNAR), propone el Sistema de Evaluación del Desempeño Organizacional (OPAS) y se define como la capacidad de la organización para usar sus recursos en forma eficiente y obtener resultados acordes con sus objetivos (Peterson *et al.*, 2003). Este método,

cuantifica la productividad mediante los productos y patentes creadas, y la respectiva producción bibliográfica. El segundo, estima el impacto de las inversiones en investigación a través del incremento en el bienestar social o la productividad agrícola (Ekboir, 2004).

Existen tres vertientes relacionadas con la transferencia de tecnología. En la primera Rogers y Svenning (1979) propusieron que la transferencia de tecnología determina el grado de modernización de la actividad agrícola y de la sociedad rural y plantearon la teoría "difusión de innovaciones" para investigar los factores que afectan la adopción de una innovación tecnológica, lo cual es esencial para que una sociedad tradicional transite hacia la modernización. El indicador de esta transición es el "espíritu de innovación", entendido como el grado de anticipación con que un individuo adopta ideas nuevas respecto a otros miembros de la comunidad. En esta teoría, la decisión de innovar la toma cada individuo y la tasa de adopción se estima por la proporción de individuos que aceptan la innovación en un período definido; esta información se obtiene mediante la aplicación de encuestas periódicas a los productores. De acuerdo con la tasa de innovación, los productores se clasifican en: a) los innovadores, b) quienes adoptan pronto, c) la mayoría que adoptan más pronto, d) la mayoría que adoptan más tarde y e) los productores rezagados.

En la segunda vertiente, Alarcón y Toledo (2000), definieron la modernización rural como el grado de desplazamiento del sistema campesino de aprovechar los recursos naturales por el sistema de producción agroindustrial. Para determinar el nivel de modernización de la actividad agrícola se calculan índices de "campesinidad y agroindustrialidad" con nueve variables y 39 indicadores ponderados; a partir de ellos, se elabora una tipología ecológico-económica de los productores, en la que los calificativos de campesino y agroindustrial son extremos puros y entre ellos existe una gama de combinaciones que reflejan el nivel de modernización. Para elaborar la tipología se suma el valor obtenido de cada uno de los indicadores ponderados y se divide entre 39. Los productores se clasificaron en siete categorías de acuerdo con el valor del índice obtenido: campesinos puros (0.0 a 0.09), tradicionales (0.10 a 0.20), semitradicionales (0.21 a 0.40), transicionales (0.41 a 0.60), agroindustrial incipiente (0.61 a 0.80), agroindustrial (0.81 a 0.99) y agroindustrial puro (1.0).

En la tercera vertiente, Unda *et al.* (1998) y Ramírez (1999) estudiaron la transferencia de tecnología agrícola, a través

del nivel de adopción de tecnología generada por el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) para el manejo integrado del gusano blanco de la papa (*Premnotrypes vorax*) en comunidades campesinas de la Provincia de Chimborazo, Ecuador. La recomendación del INIAP se basó en tres componentes tecnológicos: número de trampas por hectárea, tipo de producto y dosis aplicada. A cada uno de los componentes se la asignó una escala de valor con la que se midió. Se contrastaron las recomendaciones hechas por el INIAP con la forma en que los productores efectuaron las prácticas recomendadas. El nivel de adopción de la recomendación se calificó con la suma del grado de adopción individual de cada componente, con la siguiente escala: 7.1-9.0 alto, 5.1-7.0 medio, 3.1-5.0 bajo y menor a 3.1 nulo nivel de adopción.

Por su parte, Ramírez (1999) realizó una evaluación del Plan Llanos de Serdán en el estado de Puebla. Para estimar el uso de tecnología, tomó como base la experiencia desarrollada por Laird (1977) en el Plan Puebla. Con este propósito elaboró un índice comparativo entre las prácticas recomendadas por el Plan (cantidad de nitrógeno y fósforo y densidad de población), con las prácticas que ejecutó el productor agrícola. El nivel de adopción fue el porcentaje promedio de las tres prácticas recomendadas. La variante que introdujo Ramírez (1999), fue medir el “uso adecuado” que hace el productor del paquete tecnológico recomendado. El concepto “uso adecuado” implica observar si la cantidad de fertilizante o cualquier otro insumo aplicado por el productor fue diferente (mayor o menor) a la recomendada, el nivel de adopción disminuye en forma proporcional a la diferencia.

En general, la adopción se entiende como una decisión individual y autónoma que se toma para utilizar o no la nueva tecnología. Este proceso está condicionado por la difusión (divulgación, promoción o extensión) que se haga de la tecnología (Rogers y Svenning, 1979). Con base en lo anterior, la mayoría de los estudios sobre adopción de tecnología se han enfocado a investigar el papel que juega el espíritu de innovación y la comunicación (rasgos de los medios y de la audiencia, papel que desempeñan los agentes de cambio y líderes de opinión, período y tasa de adopción, etc.). Al soslayar la influencia que tiene la tecnología *per se* no se han evaluado los factores que intervienen en su adopción y en su utilización adecuada. Otros estudios sobre adopción de tecnología han considerado las características y atributos de la innovación como un factor que modifica la función de producción, que genera incertidumbre en la etapa

inicial y disminuye en la medida que se adquiere experiencia (Feder y Umali, 1993).

Los trabajos mencionados sobre el estudio de la transferencia de tecnología contribuyeron a la creación del concepto “apropiación de tecnología agrícola”, del método de evaluación “índice de apropiación de tecnología agrícola” y del instrumento analítico “tipología de productores” que fundamentan esta investigación.

La apropiación de tecnología agrícola se define como la aplicación adecuada de los componentes del paquete tecnológico recomendado para mejorar el manejo agronómico e incrementar el rendimiento y la calidad. Este concepto, a diferencia del de adopción supone: a) la generación y transferencia de tecnología agrícola son dos actividades diferentes, b) las dos son imprescindibles para mejorar el rendimiento de los cultivos y c) la evaluación simultánea del uso adecuado, el inadecuado y el rechazo de la tecnología muestra el nivel de conocimiento o dominio de los agricultores de todo el paquete tecnológico recomendado o de alguno de sus componentes.

El manejo agronómico del cultivo incluye todas las prácticas, entre ellas: preparación del suelo, fecha de siembra, labores culturales, densidad de siembra, aplicación de fertilizantes y pesticidas, entre otros, que el productor lleva a cabo durante el ciclo del cultivo, y la forma en que se combinan los factores de producción en cada una de las prácticas. Por último, el rendimiento es una variable biológica compleja que resume el efecto de otras: clima, suelos, acceso al capital, programas públicos de fomento agrícola, y muestra la productividad de los factores que participan en la producción (Turrent *et al.*, 1999).

El objetivo de esta investigación fue desarrollar una metodología para identificar y evaluar los factores que limitan el uso y la aplicación adecuada de la tecnología generada por el INIFAP para la producción de maíz en el estado de Tlaxcala.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en los 60 municipios del estado de Tlaxcala, ubicado entre los 19° 05' 43'' y 19° 44' 07'' Norte y entre 97° 37' 07'' y 98° 42' 51'' Oeste, y altitud 2200 y 4400 msnm; el clima es templado-húmedo y la precipitación media anual de 711 mm; los suelos predominantes son

Cambisoles (75.4%) y Feozems (22.0%). La extensión territorial es de 4060 km², con 962 646 habitantes, 78.5% de la población es urbana y 21.5% rural (INEGI y Gobierno del estado de Tlaxcala, 2003).

La superficie agrícola es de 244 000 ha, de las cuales 88.7% son de temporal y 11.3% de riego. Se siembran cerca de 40 cultivos; cinco de ellos son los más importantes: maíz, cebada, trigo, avena y frijol, que suman el 90.5% de la superficie cosechada y generan 52% del total del valor de la producción agrícola estatal (INEGI y Gobierno del estado de Tlaxcala, 2003). En el periodo 1990-2003 se cosecharon 130 000 ha de maíz en promedio por año con rendimiento promedio de 1838 kg ha⁻¹, el cual fue 524 kg inferior a la media nacional (SAGARPA, 2004).

Distritos de desarrollo rural y paquete tecnológico

Los Distritos de Desarrollo Rural (DDR) son la base territorial para diseñar y operar el Programa Especial Concurrente y los Programas Sectoriales que de él se deriven (Diario Oficial de la Federación, 2001). Por este motivo, el paquete tecnológico del maíz se elaboró para cada DDR y sus provincias agronómicas, delimitadas de acuerdo con su potencial productivo. En el caso de que áreas de algún municipio hayan sido clasificadas como de muy buen, buen y mediano potencial, se consideraron por separado los paquetes tecnológicos para cada una. Los paquetes tecnológicos recomendados utilizados se tomaron del Programa Rector de Desarrollo Agropecuario del estado de Tlaxcala 1999-2005 (INIFAP, 1999).

El estado de Tlaxcala se divide en tres DDR: El 163, con sede en Calpulalpan, con 11 municipios; el 164, con sede en Tlaxcala, con 36 y el 165 ubicado en Huamantla, que incluye 13 municipios.

Encuesta

Este instrumento permitió delimitar, recolectar y sistematizar la mayor parte de los datos analizados en la investigación. Con este fin se aplicó a cada productor un cuestionario con 125 preguntas de tipo cerrado, elaborado por Damián *et al.* (2004), el cual se probó antes de su aplicación definitiva efectuada en agosto de 2002. Participaron 83 personas, dos coordinadores, un responsable por DDR y 78 encuestadores. La encuesta incluyó aspectos: a) demográficos (parentesco, edad, sexo, familia), b) económicos: migración (tipo, actividad, ingresos y remesas enviadas), actividades

complementarias, gastos, acceso a medios de producción y comunicación, asistencia técnica, ganado mayor y menor y recursos naturales, c) agronómicos, donde se preguntó sobre las prácticas comprendidas en el manejo de maíz (incluidas o no en el paquete tecnológico recomendado) y el rendimiento de grano, d) antropológicos (organización de la comunidad) y e) sociológicos (tenencia de la tierra y organización social).

Tamaño de la muestra

La encuesta se aplicó a una muestra de productores, estimada mediante el muestreo simple aleatorio, proporcional al número de productores por municipio y localidad. El marco de muestreo fueron los 94 963 productores de maíz registrados en el Programa Directo de Apoyo al Campo (PROCAMPO) del estado de Tlaxcala. La selección de las unidades de muestreo (productores) se realizó al azar una a una y sin reemplazo. Para evitar que un productor apareciera más de una vez en la muestra, se depuró la lista original que aportó la oficina de Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria. El marco de muestreo resultante fue de 43 274 agricultores.

Para determinar el tamaño de muestra se utilizó la siguiente expresión matemática (Gómez, 1977):

$$n = \frac{N Z_{\alpha/2}^2 S_n^2}{Nd^2 + Z_{\alpha/2}^2 S_n^2}$$

donde:

n= Tamaño de la muestra

N= 43 274 productores

d= Precisión: 20 kg

$Z_{\alpha/2}$ = Confiabilidad= 95% (distribución normal estándar)

S_n^2 = 438.44 estimada con datos preliminares

El tamaño de la muestra calculada fue de 1770 productores, la cual se amplió a 1884 por la posible cancelación de algunas entrevistas y para eliminar las inconsistentes. Se utilizó el análisis de varianza, seguido de la prueba de Tukey (0.05) en caso de significancia y se empleó la prueba de *t* cuando hubo necesidad de comparar sólo dos promedios.

Índice de Apropiación de Tecnología Agrícola (IATA)

Con la información acopiada por medio de la encuesta se cuantificó el IATA para conocer el grado con que los productores manejaron adecuadamente el paquete tecnológico y elaborar la tipología de de los mismos. El cálculo del IATA se realizó con el siguiente procedimiento: a) se contrastaron las recomendaciones hechas INIFAP, para cada una de las actividades del cultivo del maíz, con las que aplica el productor, b) se asignó un valor nominal al paquete tecnológico de 100 unidades y se ponderó con base en el impacto de cada componente sobre la productividad del maíz: 10 para fecha de siembra, 20 para variedad, 5 para distancia entre surcos, 5 para distancia entre matas, 5 para número de plantas por mata, 25 y 5 para dosis de fertilización y fecha de aplicación del fertilizante, 6 y 4 para tipo y dosis de herbicida, 6 y 4 para tipo y dosis de insecticida y 5 para combate de enfermedades, c) cada uno de los valores ponderados se dividió entre dos: el primer cociente correspondió al uso de la recomendación y el segundo a su manejo adecuado. Por ejemplo, si un productor empleó el híbrido recomendado por el INIFAP se le asignaron 20 unidades; si utilizó otro híbrido mejorado no considerado en el paquete tecnológico, 10 unidades y si no empleó material híbrido se calificó con cero. Por lo tanto, el valor del IATA varió entre cero y 100 unidades.

Para elaborar la tipología se definieron cinco categorías en función del valor del IATA: a) de muy baja apropiación de tecnología 0-20, b) baja 21-40, c) media 41-60, c) alta 61-80 y d) muy alta mayor de 80.

Para calcular el IATA se utilizó la expresión matemática elaborada por Damián *et al.* (2004):

$$IATA = \left[\sum_{i=1}^k (p_i) (SPA_i/PTA_i) \right]$$

donde:

IATA= Índice de Apropiación de Tecnología Agrícola

k= Número de componentes del paquete tecnológico recomendado por el INIFAP

p_i = Ponderación otorgada al i-ésimo componente de recomendación;

donde:

$$\sum_{i=1}^k p_i = 100; i= 1,2,\dots,k$$

SPA_i = Sistema productivo agrícola para el i-ésimo componente de recomendación; $i= 1,2,\dots,k$

PTA_i = Paquete tecnológico agrícola para el i-ésimo componente de recomendación; $i= 1,2,\dots,k$

(SPA_i/PTA_i) = Proporción de tecnología empleada que puede tomar valores de cero, para la no apropiación de la tecnología recomendada por el INIFAP; uno, para el uso adecuado de la tecnología y 0.5 para el uso inadecuado del componente tecnológico.

Con la ecuación anterior se calculó el IATA para cada productor encuestado. Para conocer el IATA a nivel estatal o de los tipos de productores se sumaron los índices individuales y se dividió entre el número de productores en cada caso.

La tipología de productores es un medio conceptual (y analítico), que agrupa las unidades de producción agrícola en conjuntos con características similares, identifica y precisa la problemática técnica, económica y social de cada tipo de productor y contribuye a entender la estructura y organización regional para la producción agrícola, su relación con la sociedad y con los organismos del estado (Duch, 1998).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Apropiación de tecnología por municipio y tipo de productor

De los 60 municipios del estado, uno fue clasificado de muy baja apropiación, 57 de baja y 2 de media.

Se observó que 73% de los productores son de baja apropiación y solo 1.5 % de alta (Cuadro 1). Destaca que los diferentes tipos de productores se ubican, indistintamente, en los tres DDR. Estos resultados permiten inferir que en el proceso de transferencia de tecnología influyen otros factores además de los agroecológicos.

En general, el IATA en el estado de Tlaxcala fue bajo. Menos de un tercio de la tecnología recomendada para maíz por el INIFAP es utilizada y el grado de apropiación está entre 15.1

Cuadro 1. Productores, superficie cultivada, volumen de producción, rendimiento e índice de apropiación de tecnología agrícola de los productores de maíz del estado de Tlaxcala, México. 2002.

Tipología	Productor		Superficie cultivada		Volumen de producción		Rendimiento*	IATA
	Núm.	%	ha	%	t	%	kg ha ⁻¹	Promedio
Muy baja	271	14.4	537.85	12.2	991.9	12.0	1800.9 ± 25.0 a	15.1
Baja	1376	73.0	3253.70	73.8	6016.6	73.0	1823.5 ± 11.8 a	33.2
Media	208	11.1	530.25	12.0	1059.9	12.9	1980.3 ± 29.8 b	47.8
Alta	29	1.5	88.30	2.0	175.3	2.1	2063.8 ± 98.7 b	66.0
Muestra total	1884	100.0	4410.10	100.0	8243.7	100.0	1841.3 ± 10.1	32.7

*Medias con la misma letra son iguales (Tukey $p < 0.05$).

y 66 unidades del IATA. Se observó una relación directa entre el grado de apropiación y rendimiento, con diferencias significativas ($p < 0.05$) entre rendimiento de los productores de muy baja y baja apropiación, con respecto a los de media y alta. Por lo tanto, se puede afirmar que los resultados de investigación del INIFAP contribuyen a incrementar el rendimiento de maíz en Tlaxcala.

Causas que influyen en la apropiación de tecnología agrícola

En la apropiación de tecnología agrícola influyeron: grado de educación-capacitación, acceso a tecnología, tierra, desempeño de otras actividades complementarias, bajos ingresos y relevancia de las técnicas campesinas.

Acceso a los factores de la producción: trabajo, tierra y tecnología

En general, los productores de maíz en Tlaxcala tienen diferente acceso a los factores de la producción, lo cual afecta en forma directa la apropiación de la tecnología. En el Cuadro 2 se muestran las diferencias observadas entre los

niveles de apropiación de tecnología, instrucción escolar, asesoría técnica y lectura de folletos técnicos. Rogers y Svenning (1979), consideran el espíritu de innovación como una consecuencia del alfabetismo, empleo de medios de comunicación, contacto con los agentes de cambio, organización y cosmopolitismo.

Los productores de Tlaxcala detentan en promedio 2.34 ha, los de muy baja apropiación tienen 1.98 y los de baja, media y alta poseen 2.36, 2.55 y 3.04 ha, respectivamente. Por otra parte, el 96.4% de la superficie es de temporal y 3.6% de riego. La tenencia de la tierra bajo riego es de 0.03, 0.08, 0.14 y 0.23 ha, para productores de muy baja, baja, media y alta apropiación, respectivamente. El IATA y el rendimiento promedio fueron mayores en la agricultura de riego en comparación con la de temporal aunque no se encontraron diferencias significativas entre los tipos de productores. En la agricultura de temporal se observó diferencia entre las medias de rendimiento de los productores de muy baja y baja apropiación, respecto a los de media y alta (Cuadro 3).

El uso de tecnología fue distinto para cada tipo de productor (Cuadro 4). Los componentes tecnológicos más utilizados

Cuadro 2. Escolaridad promedio, asesoría técnica, lectura de folletos técnicos y edad por nivel de apropiación de tecnología agrícola de los productores de maíz del estado de Tlaxcala, México. 2002.

Factor trabajo	Muy baja		Baja		Media		Alta		En el estado	
	Núm.	%*	Núm.	%*	Núm.	%*	Núm.	%*	Núm.	%*
Escolaridad (años)	3.0		3.8		5.5		5.6		3.9	
Sin asesoría técnica	254	93.7	1268	92.2	178	85.6	26	89.7	1726	91.6
No lee folletos técnicos	229	84.5	1183	86.0	156	75.0	20	69.0	1588	84.3
Edad promedio (años)		60.9		58.5		58.5		55.9		58.8

* Del total de productores.

fueron fertilizante, tractor y herbicida. El uso del tractor se debe al tipo de suelo que predomina en Tlaxcala, los Cambisoles, que son poco desarrollados y parecidos al material primario original. De acuerdo con Ojeda y Ojeda (1996), los suelos agrícolas del estado son los únicos en el país clasificados como de muy baja fertilidad. El empleo del tractor y el herbicida se explican porque reducen la mano de obra: en la entidad se ha promovido el empleo de mano de obra rural en otras actividades.

73.9% de los productores encuestados desempeñaron otras actividades. Una prolongada interrupción de la actividad agrícola dificulta la transferencia del conocimiento local (Nadal y Wise, 2005). Las actividades complementarias generan discontinuidad productiva y atraso tecnológico, porque se disminuye el interés del productor por mejorar su tecnología de producción. La discontinuidad productiva se acentúa con la migración de los productores hacia otras regiones del país y al extranjero. Los resultados de la

Cuadro 3. Índice de Apropiación de Tecnología Agrícola y rendimiento promedio por nivel de apropiación de tecnología por los productores en riego y temporal. Tlaxcala, México. 2002.

Tipo de productor	Riego		Temporal	
	IATA	Rendimiento* (kg ha ⁻¹)	IATA	Rendimiento* (kg ha ⁻¹)
Muy baja	17.7	2090 ± 167.0 a	15.0	1789 ± 25.0 a
Baja	33.6	2454 ± 51.8 a	33.2	1772 ± 10.9 a
Media	46.4	2391 ± 83.1 a	48.0	1916 ± 29.2 b
Alta	65.0	2683 ± 164.1 a	66.3	1902 ± 91.0 b
Promedio**	36.3	2427 ± 42.3	32.4	1791 ± 9.4

*Medias con la misma letra son iguales (Tukey, $p < 0.05$); **Promedio ponderado por el número de productores.

Cuadro 4. Uso de tecnología por nivel de apropiación de los productores de maíz del estado de Tlaxcala. 2002.

Componente Tecnológico	Muy baja		Baja		Media		Alta		Prom. estatal	
	Núm.	%*	Núm.	%*	Núm.	%*	Núm.	%*	Núm.	%*
Barbecho con tractor	167	64.2	1048	77.7	179	86.9	26	92.9	1420	77
Rastreo con tractor	199	78	1075	84.2	184	90.2	26	96.3	1484	84.2
Surcado con tractor	86	31.7	669	48.6	129	62	20	69	904	48
Primera labor con tractor	28	10.3	295	21.4	57	27.4	12	41.4	392	20.8
Semilla mejorada	0	0	7	0.5	111	53.4	29	100	147	7.8
Herbicida	61	22.5	805	58.5	170	81.7	29	100	1065	56.5
Fertilizante	39	14.4	1329	96.6	202	97.1	29	100	1599	84.9
Insecticida	26	9.6	247	18	98	47.1	14	48.3	385	20.4

*Del total de productores.

La pluriactividad de los productores de maíz

En el estado de Tlaxcala las actividades secundarias y terciarias ocupan el 81.8% de la Población Económicamente Activa (PEA) y generan el 93.1% del Producto Interno Bruto (PIB) (INEGI y Gobierno del estado de Tlaxcala, 2003). El crecimiento de estas actividades ha ocasionado que los productores de maíz participen en ellas para complementar sus ingresos (De Grammont, 2006; Galindo, 1994). El

encuesta mostraron que 16.6% de las personas que integran la estructura familiar emigraron. La escasa asistencia técnica contribuye a la falta de continuidad tecnológica. Se observó que sólo 158 productores tuvieron acceso a este servicio y 36.7% de ellos lo sufragó con recursos propios. La cancelación del servicio de extensión agrícola en la década de 1980, amplió el desfase entre la generación y la transferencia de tecnología, que a su vez provocó el uso incorrecto de los componentes tecnológicos. Este

fenómeno explica la gran diferencia que se observó entre el rendimiento experimental y el obtenido por la mayoría de los productores (Galindo, 2007). El informe de una evaluación hecha por el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), menciona que el INIFAP trata de fortalecer la transferencia tecnológica porque la consideran como una de sus debilidades (IICA, 2003). La difusión tecnológica se puede facilitar porque el 90.8% de los productores de maíz en Tlaxcala poseen radio, que es un medio de comunicación de amplia cobertura territorial, penetración y accesibilidad (Paredes y Damián, 2004).

La discontinuidad productiva y el atraso tecnológico de los productores se manifiesta en la amplia variación observada en las prácticas agrícolas que utilizan en el cultivo de maíz, como son: 5 fechas de siembra, 13 híbridos mejorados, 17 y

20 distancias entre surcos y matas, 4 cantidades de plantas por mata, 7 tipos y 10 dosis de herbicidas, 58 fórmulas y 12 fechas de aplicación de fertilizante y 12 tipos y 18 dosis de insecticidas. Además de lo anterior, se evaluó la aplicación incorrecta del paquete tecnológico, ya que, sólo la fecha de siembra recomendada fue la utilizada por 92.9% de los productores; en contraste, los híbridos recomendados no fueron utilizados por 96.2% de los productores, al igual que la densidad de población (66.3%), dosis de fertilización (100%), fecha de aplicación del fertilizante (78.5%), tipo (92.7%) y dosis de herbicida (96%) y tipo (99.5%) y dosis de insecticida (99.7%). El uso adecuado de la tecnología se traduce en mayor rendimiento, sobre todo entre productores con menor índice de apropiación tecnológica (muy baja y baja), donde se encontraron diferencias significativas en fecha de siembra y fecha de aplicación de fertilizante (Cuadro 5).

Cuadro 5. Rendimiento promedio en kg ha⁻¹ de acuerdo al uso adecuado o inadecuado de la tecnología recomendado por el INIFAP por índice de apropiación de tecnología de los productores de maíz de Tlaxcala, México, 2002.

Actividad	Muy baja		Baja		Media		Alta		Promedio estatal	
	A	I	A	I	A	I	A	I	A	I
Fecha de siembra	1835** ± 27.8	1677 ± 54.5	1830** ± 12.1	1690 ± 48.3	1977 ± 30.3	2071 ± 171.4	2064 ± 98.7	0 0.0	1852** ± 10.5	1705 ± 36.0
Híbrido mejorado	0 0.0	1801 ± 25.0	0 0.0	1824 ± 11.8	2016 ± 64.0	1971 ± 33.7	2073 ± 101.8	1800 ± 0.0	2038** ± 55.3	1833 ± 10.2
Densidad de población	1714 ± 43.8	1831 ± 29.9	1804 ± 20.2	1834 ± 14.5	1946 ± 51.8	2002 ± 35.9	2184 ± 128.0	1966 ± 144.4	1820 ± 17.5	1852 ± 12.4
Fecha de aplicación	1900 ± 0.0	1801 ± 25.1	1877** ± 24.2	1808 ± 13.5	2019 ± 48.7	1956 ± 37.6	2205 ± 177.9	1978 ± 115	1914** ± 21.8	1821 ± 11.3
Tipo de herbicida	2000 0.0	1800 ± 25.1	1778 ± 43.0	1827 ± 12.3	1974 ± 54.6	1982 ± 34.3	2086 ± 227.2	2057 ± 111.4	1848 ± 35.2	1841 ± 10.5
Dosis de herbicida	1933 ± 233.3	1799 ± 25.2	1841 ± 53.0	1823 ± 12.1	1805 ± 185.9	1989 ± 29.8	2100 ± 472.6	2060 ± 100.5	1850 ± 51.3	1841 ± 10.3
Tipo de insecticida	0 0.0	1801 ± 25.0	1814 ± 103.3	1824 ± 11.9	2133 ± 318.0	1978 ± 29.9	0 0.0	2064 ± 98.7	1910 ± 118.7	1841 ± 10.1
Dosis de insecticida	0 0.0	1801 ± 25.0	1300 ± 100.0	1824 ± 11.8	1850 ± 150.0	1982 ± 30.0	3200 ± 0.0	2023 ± 93.2	1900 ± 352.1	1841 ± 10.1

A=Adecuada; I= Inadecuada; **= Diferencia significativa ($p < 0.01$) entre el rendimiento de la misma actividad y nivel de apropiación.

Distribución del gasto

De acuerdo con Jiménez (1990), las actividades del INIFAP se han orientado a elevar la producción y promover el desarrollo de la empresa agrícola comercial con base en su rentabilidad, lo que requiere de inversión y métodos de cultivo e insumos modernos así como tierras irrigadas. Lo

anterior contrasta con los bajos ingresos que obtienen los habitantes del medio rural en Tlaxcala. La remuneración de los trabajadores en el medio rural es menor que en los otros sectores de la economía (Escalante, 2006). Datos obtenidos por medio de la encuesta muestran, en el Cuadro 6, el bajo gasto promedio anual de los productores en cinco conceptos.

Cuadro 6. Distribución del gasto promedio anual *per cápita* en cinco conceptos básicos por índice de apropiación de tecnología de los productores de maíz en el estado de Tlaxcala, México. Agosto de 2002.

Índice de apropiación	Alimentación	Vivienda	Salud	Educación	Otros	Total
Muy baja	2081.3 ¹	425.9	500.3	187.3	1462.4	4657.3
Baja	2223.4	509.1	454.8	190.6	1509.6	4887.4
Media	2459.8	468.3	493.8	250.0	1758.4	5430.4
Alta	2542.2	444.4	1417.0	140.7	1977.6	6522.1
Promedio ²	2235.2	491.4	479.7	196.4	1538.7	4941.4

¹Pesos mexicanos; ²Ponderado por el número de productores.

Prácticas de producción campesina y apropiación de tecnología

Los resultados de la encuesta señalan que las prácticas campesinas tradicionales son de uso común. El 65% de los productores asocia cultivos, 75.5% realiza rotación

de cultivos, 63.5% usa distintas técnicas de conservación de suelo y 66.4% aplica abono orgánico (estiércol). Los productores que aplicaron conocimientos empíricos en el manejo de maíz mostraron mayor productividad que los que no los emplearon, excepto en cultivos asociados (Cuadro 7).

Cuadro 7. Rendimiento promedio en kg ha⁻¹ con y sin las prácticas de asociación de cultivos, rotación de cultivos, conservación de suelos y aplicación de abono orgánico por índice de apropiación de tecnología de los productores de maíz de Tlaxcala, México. 2002.

Índice de apropiación	Asociación		Rotación		Conservación		Abono	
	Con	Sin	Con	Sin	Con	Sin	Con	Sin
Muy baja	1817	1764	1845**	1710	1833*	1750	1867**	1515
	± 29.1	± 48.1	± 30.4	± 42.8	± 34.9	± 33.0	± 27.4	± 41.6
Baja	1808	1853	1849**	1744	1838	1797	1892**	1710
	± 14.2	± 21.0	± 13.6	± 23.4	± 15.0	± 19.1	± 15.2	± 17.7
Media	1953	2016	1993	1916	1962	2008	2023*	1868
	± 40.8	± 43.2	± 32.1	± 79.6	± 39.3	± 45.7	± 34.2	± 57.9
Alta	2087	2039	2054	2200	1958	2236	2025	2150
	± 154.0	± 126.5	± 100.9	± 600.0	± 125.4	± 152.7	± 108.5	± 215.1
Promedio estatal	1827	1868	1870**	1752	1852	1823	1905**	1715
	± 12.3	± 17.7	± 11.6	± 20.0	± 13.0	± 16.0	± 12.4	± 16.3

**,*Diferencia significativa ($p < 0.01$ y $p < 0.05$), respectivamente entre el rendimiento con y sin la práctica en el mismo índice de apropiación.

Se observaron diferencias significativas entre el rendimiento promedio con y sin el uso de las técnicas tradicionales entre los productores con baja y muy baja apropiación de tecnología respecto a los de media y alta, excepto en la asociación de cultivos. Esto se debe a que con la asociación de cultivos se aprovecha la interacción entre las especies y el uso de los recursos naturales, además de que el costo tiende a cero, por lo que es una práctica difícil de sustituir (Turrent *et al.*, 1999).

Es conveniente mencionar que ninguna de estas técnicas tradicionales está incluida en el paquete

tecnológico recomendado por el INIFAP tal vez porque la investigación se ha enfocado hacia el empleo de insumos no tradicionales.

CONCLUSIONES

La clasificación de los productores (tipología) por medio del índice de apropiación de tecnología (IATA) permitió cuantificar el uso adecuado del paquete tecnológico para maíz recomendado por el INIFAP en el estado de Tlaxcala e identificar las causas principales que limitan su uso.

El 73% de los productores fueron tipificados como de baja apropiación, en ello influyeron diversos factores sociales y económicos.

A mayor nivel de apropiación de tecnología, correspondió mayor rendimiento; sin embargo, sólo un tercio de la tecnología recomendada ha sido apropiada.

Los productores de maíz en el estado de Tlaxcala no aplican o hacen uso inadecuado de la tecnología recomendada por INIFAP, debido a: acceso limitado a los factores de producción, preponderancia de las prácticas tradicionales, desempeño de otras actividades complementarias, bajos ingresos, migración y escasa asesoría técnica.

Las prácticas agrícolas tradicionales demostraron ser eficientes y eficaces para elevar el rendimiento de maíz; sin embargo, no se incluyen en el paquete tecnológico recomendado por el INIFAP.

AGRADECIMIENTOS

Al Sistema de Investigación Zaragoza-CONACYT y a Melquíades Pérez González, diputado de la LVII legislatura del estado de Tlaxcala por el financiamiento otorgado para efectuar la investigación.

A los M. C. Ricardo Mendoza y Ernesto Aceves y al Dr. Abel Gil Muñoz Orozco por su apoyo en la ponderación de las recomendaciones técnicas para maíz.

LITERATURA CITADA

Alarcón-Chaires, P. y Toledo, V. M. 2000. Tipología económico-ecológica de los productores rurales de Nahuatzen, Michoacán. En el ajuste estructural en el campo mexicano, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Asociación Mexicana de Estudios Rurales, [CD-ROM]. México.

Damián H., M. A.; Ramírez V., B.; Gil M., A.; Gutiérrez R., N.; Aragón G., A.; Mendoza R., R.; Paredes S., J. A.; Damián J., T. y Almazán J., A. 2004. Apropiación de tecnología agrícola. Características técnicas y sociales de los productores de maíz de Tlaxcala. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología-

Sistema de Investigación Zaragoza y H. Congreso del estado de Tlaxcala, Puebla, Puebla. México. 284 p.

De Grammont, H. 2006. La nueva estructura ocupacional en los hogares rurales mexicanos: de la unidad económica campesina a la unidad familiar pluriactiva. Asociación Latinoamericana de Sociología Rural (ALASRU). Quito, Ecuador. p. 2.

Diario Oficial de la Federación. 2001. Ley de Desarrollo Sustentable. México. p. 12.

Duch G., J. 1998. Tipologías empíricas de productores agrícolas y tipos ideales en el estudio de agricultura regional. *Revista de Geografía Agrícola* 57:27-38.

Ekboir, J. 2004. Can impact analysis be used for research evaluation? CIMMYT, [http://infoagro.net, 15 de agosto de 2004]. México. 29 p.

Escalante, R. 2006. Desarrollo rural, regional y medio ambiente. *Economía*, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), México. 3(8):69-94.

Feder, G. and Dina L., U. 1993. The adoption of agricultural innovations. A review. *Technological Forecasting and Social Change*. 43(3/4):215-239.

Galindo H., A. 1994. La agricultura de tiempo parcial en los países industrializados: el caso de Italia. *Comercio Exterior* 44(4):313-320.

Galindo G., G. 2007. El servicio de asistencia técnica a los productores de chile seco en Zacatecas. *Convergencia* 14(43):136-165.

Gómez A., R. 1977. Introducción al muestreo. Tesis de Maestría en Ciencias en Estadística, Centro de Estadística y Cálculo, Colegio de Postgraduados, Chapingo, Estado de México, México. p. 43-93.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). 2003. Evaluación Institucional Externa del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) http://www.inifap.gob.mx/, 3 de mayo de 2005]. México. 241 p.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) y Gobierno del estado de Tlaxcala. 2003. Anuario estadístico de Tlaxcala. México. p. 387-413.

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, México. [CD ROM]. 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. 15-17.
- Jiménez V., M. 1990. La Fundación Rockefeller y la investigación agrícola en América Latina. Comercio Exterior. 40(10):972.
- Laird R. J. 1977. Investigación agronómica para el desarrollo de la agricultura de temporal. Escuela Nacional de Agricultura, Colegio de Postgraduados, Chapingo, Estado de México. México. p. 55-56.
- Nadal, A. T. y Wise, A. 2005. Los costos ambientales de la liberalización agrícola: El comercio de maíz entre México y EE. UU. en el marco del NAFTA. En globalización y medio ambiente: lecciones desde las Américas. Publicado por Heinrich Böll Foundation North América. p. 49-92.
- Ojeda, D. y Ojeda T., E. 1996. Suelos cultivados de la República Mexicana, contenido medio de nutrimentos minerales aprovechables. Universidad Autónoma Chapingo, México. En: estadísticas del medio ambiente 1999. Capítulo II. Medio ambiente y recursos naturales, [www.inegi.gob.mx/.../espanol/bvinegi/, 15 de mayo de 2005]. México.
- Paredes S., J. A. y Damián J., T. Y. 2004. Difusión de tecnología agrícola en Tlaxcala. En: Damián H., M. A.; Ramírez V., B.; Gil M., A.; Gutiérrez R., N.; Aragón G., A.; Mendoza R., R.; Paredes S., J. A.; Damián J., T.; Almazán J., A. 2004. Apropiación de tecnología agrícola. Características técnicas y sociales de los productores de maíz de Tlaxcala. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología-Sistema de Investigación Zaragoza y H. Congreso del estado de Tlaxcala, Puebla, Puebla. México. 284 p.
- Peterson, W.; Gijsbers, G. and Wilks, M. 2003. An organizational performance assessment system for agricultural research organizations: concepts, methods, and procedures. [www.isnar.cgiar.org/publications/catalog/rmg.htm. 30 de marzo de 2004]. ISNAR. Netherlands, 59 p.
- Ramírez V., B. 1999. Agricultural policy and development in Mexico: an evaluation of a twenty years experience in the state of Puebla. Ph.D. Dissertation, The Latin American Studies Program, Tulane University, Louisiana, USA. p. 23-36.
- Rogers E., M. y Svenning, L. 1979. La modernización entre los campesinos. Fondo de Cultura Económica. México. 397 p.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 1980-2003. Sistema de Información Agropecuaria de Consulta, Anuario Estadístico de la Producción Agrícola (SIACON), [CD ROM]. Base de Datos. México.
- 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, [http://www.sagarpa.gob.mx/, 2 de febrero de 2004]. México. p. 136.
- Turrent F., A.; Camacho C., R.; Francisco N., N.; Uribe G., S.; Cortés F., J. I. y Mendoza R., R. 1999. Posibilidades técnicas de lograr la soberanía alimentaria de origen vegetal en México. Terra Latinoamericana. 17(1):59-76.
- Unda, J.; Barrera, V. y Gallegos, P. 1998. Estudio de adopción e impacto económico del manejo integrado del gusano blanco (*Premnotrypes vorax*) en comunidades campesinas de la Provincia de Chimborazo, INIAP-COSUDE. [http://www.redepapa.org. 11 de mayo de 2005]. Ecuador. p. 1-29.