

# Método para evaluar el empleo adecuado de tecnología entre los maiceros del estado de Tlaxcala.

Miguel Ángel Damián Huato, Benito Ramírez Valverde, Filemón Parra Inzunza, Abel Gil Muñoz, Jesús Francisco López Olgúin y Artemio Cruz León.

Cita:

Miguel Ángel Damián Huato, Benito Ramírez Valverde, Filemón Parra Inzunza, Abel Gil Muñoz, Jesús Francisco López Olgúin y Artemio Cruz León (2009). *Método para evaluar el empleo adecuado de tecnología entre los maiceros del estado de Tlaxcala*. *Revista de Geografía Agrícola*, (43), 33-49.

Dirección estable: <https://www.aacademica.org/artemio.cruz.leon/20>

ARK: <https://n2t.net/ark:/13683/p0w4/cOo>



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons.  
Para ver una copia de esta licencia, visite  
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>.

*Acta Académica es un proyecto académico sin fines de lucro enmarcado en la iniciativa de acceso abierto. Acta Académica fue creado para facilitar a investigadores de todo el mundo el compartir su producción académica. Para crear un perfil gratuitamente o acceder a otros trabajos visite: <https://www.aacademica.org>.*



Revista de Geografía Agrícola  
ISSN: 0186-4394  
rev\_geoagricola@hotmail.com  
Universidad Autónoma Chapingo  
México

Damián Huato, Miguel Ángel; Ramírez Valverde, Benito; Parra Inzunza, Filemón; Gil Muñoz, Abel;  
López Olguín, Jesús Francisco; Cruz León, Artemio  
Método para evaluar el empleo adecuado de tecnología entre los maiceros del estado de Tlaxcala  
Revista de Geografía Agrícola, núm. 43, julio-diciembre, 2009, pp. 33-49  
Universidad Autónoma Chapingo  
Texcoco, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=75715608003>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica  
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal  
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

# Método para evaluar el empleo adecuado de tecnología entre los maiceros del estado de Tlaxcala

---

Recibido: abril 2009  
Aceptado: agosto 2009

Miguel Ángel Damián Huato<sup>1</sup>  
Benito Ramírez Valverde<sup>2</sup>  
Filemón Parra Inzunza<sup>3</sup>  
Abel Gil Muñoz<sup>4</sup>  
Jesús Francisco López Olguín<sup>5</sup>  
Artemio Cruz León<sup>6</sup>

## Resumen

La investigación agrícola puede mejorar el rendimiento por hectárea si los paquetes tecnológicos que genera son utilizados adecuadamente por los productores. Un aspecto crucial que deben incluir los modelos de investigación es la evaluación del grado en que la tecnología es empleada de forma adecuada por los productores, ya que esto supone el incremento de su productividad. En este trabajo se describe y aplica el Índice de Apropiación de Tecnología Agrícola (IATA) como una técnica útil para evaluar el impacto que tiene el uso adecuado de tecnología agrícola en el mejoramiento de los rendimientos por hectárea. Los datos usados en la investigación se acopiaron mediante una encuesta aplicada a 1 884 maiceros distribuidos en los 60 municipios de la entidad, clasificados como de nivel muy bajo, bajo, medio y alto de apropiación de tecnología. Los resultados indican que el uso de tecnología es bajo, desigual e inadecuado y que existe una relación directa entre apropiación de tecnología y rendimientos por productores, pero no por regiones. Las causas principales que explican estos resultados se deben a la disponibilidad diferenciada que los maiceros tienen a los medios de producción; a las condiciones naturales y rasgos socioeconómicos y demográficos que poseen los Distritos de Desarrollo Rural y el estado de Tlaxcala; a la discontinuidad tecnológica de los maiceros ocasionada por la práctica de una agricultura de tiempo parcial; a las propias características que tiene la tecnología generada, y al empleo de tecnologías agrícolas tradicionales que demostraron ser más eficientes que las generadas por el INIFAP.

**Palabras clave:** evaluación, índice de apropiación de tecnología agrícola, tipología de productores, discontinuidad tecnológica y tecnologías campesinas.

## A method for evaluating the appropriate use of technology amongst maize growers in the state of Tlaxcala

---

1 Profesor investigador, Instituto de Ciencias, BUAP, Ciudad Universitaria. Puebla, Pue. Correo electrónico: kufbilkerem@hotmail.com

2 Profesor investigador, Colegio de Postgraduados, Campus Puebla. Correo electrónico: bramirez@colpos.mx

3 Profesor investigador, Colegio de Postgraduados Campus Puebla. Correo electrónico: fiparra@hotmail.com

4 Profesor investigador, Colegio de Postgraduados Campus Puebla. Correo electrónico: gila@colpos.mx

5 Profesor investigador, Instituto de Ciencias, BUAP, Ciudad Universitaria. Puebla, Pue. Correo electrónico: cso02116@siu.buap.mx

6 Profesor investigador, Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Méx. Correo electrónico: cruzla59@yahoo.com.ar

## Abstract

Agricultural research may improve the yield per hectare if the technological packages it generates are appropriately used by producers. A crucial aspect that research models must include is evaluating the extent to which the technology is adequately exploited by producers, as this supposes a parameter to measure productivity levels. This work describes and applies the index of appropriation of agricultural technology as a useful technique to evaluate the impact that the use of appropriate agricultural technology has in the increase of the yield per hectare. In this piece of research, data was gathered from a survey to 1884 *maiceros* (maize growers), who were distributed in 60 municipalities classified as very low, low, average, and high level of technology appropriation. According to results, the use of technology is low, unequal and inadequate and there exists a direct relation between appropriation of technology and yield per producer, but this does not extend to the regions themselves. The main causes explaining these results are: unequal availability of the *maiceros* to means of production, specific natural conditions, socioeconomic and demographic characteristics of the districts of rural development and the state of Tlaxcala, technological discontinuity of the *maiceros* -caused by the practice of a part-time agriculture-, problems imposed by the technology itself and the use of traditional farming technologies that have proved to be more efficient than the ones at INIFAP.

**Key words:** evaluation, index of appropriation of agricultural technology, typology of producers, technological discontinuity, farming technology.

## Introducción

La tecnología agrícola es básica para aumentar el rendimiento de los factores productivos, y la tasa de retorno de la inversión destinada a la ge-

neración de innovaciones es relevante. En una evaluación de proyectos agropecuarios que hizo el Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (Fontagrozx, 2005) en América Latina y el Caribe, se calculó una relación beneficio-costos de 3.3:1.

En México la investigación agropecuaria es efectuada por diversas entidades académicas y gubernamentales; no obstante, por decreto presidencial, es el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), el centro público de investigación que genera conocimientos científicos y tecnología agropecuaria y forestal como respuesta a las demandas y necesidades de las cadenas agroindustriales y los distintos tipos de productores para contribuir al desarrollo rural sustentable (INIFAP, 2003).

El modelo clásico de investigación agrícola incluye cuatro fases: experimentación, validación, difusión y adopción. Con la experimentación se crean innovaciones tecnológicas; la validación confirma los resultados de la experimentación en la región donde se van a aplicar; la difusión incluye las técnicas de comunicación para diseminar la tecnología de la fuente donde se generó a los agricultores usuarios; por último, la adopción se refiere a que los productores usuarios apliquen las innovaciones tecnológicas (Laird, 1977). Los resultados obtenidos se exponen en paquetes tecnológicos que, si se aplican correctamente para los tipos de productores y las condiciones bajo las cuales fueron generados, potenciarán el rendimiento de los recursos productivos.

Como se observa, este modelo de investigación esquivó un asunto trascendental: la evaluación del grado en que el paquete tecnológico agrícola es empleado de forma adecuada por los productores, ya que supone una relación con el incremento de la productividad. Al mismo tiempo se ignora también la función que tiene la evaluación para estimular la retroalimentación del quehacer institucional, y de esta forma

mejorar la calidad de la investigación agrícola y el propio uso de la tecnología.

Este trabajo tiene como objetivo central, proponer un método para conocer y evaluar los factores que explican la aplicación adecuada de tecnología generada por el INIFAP para la producción de maíz en Tlaxcala. Para concretar estos objetivos, dicho trabajo se organizó en tres apartados. En el primero, se realizó un análisis bibliográfico con la intención de revisar distintas experiencias que versan sobre la evaluación del uso de tecnología agrícola; en la segunda parte se propone el IATA y la tipología de productores como elementos centrales del método para medir y evaluar el uso adecuado de tecnología; finalmente, se presentan los resultados de la aplicación del IATA entre productores de maíz del estado de Tlaxcala.

### **Algunas propuestas para medir el uso de tecnología agrícola**

Los autores que han hecho propuestas para medir o evaluar el uso de tecnología agrícola por parte de los productores se pueden clasificar en dos grandes corrientes.

El primer grupo emplea el criterio de eficiencia para medir el uso de tecnología, relacionando los resultados de la investigación solamente con los costos y recursos usados para generar aquélla; en esencia, su propuesta se basa en medir la productividad que tienen los directivos e investigadores agrícolas por medio de productos y patentes creadas, así como por la producción bibliométrica generada.

El principal exponente de este método es el Servicio Internacional para la Investigación Agrícola Nacional (ISNAR), que propone el Sistema de Evaluación del Desempeño Organizacional (OPAS) para un público formado por directores y personal de los institutos de investigación con el propósito de mejorar el funcionamiento de las organizaciones agrícolas de investigación y

de desarrollo rural (Peterson *et al.*, 2003). Para el ISNAR, la capacidad para evaluar y demostrar el desempeño organizacional constituye un punto clave para el desarrollo de la mayor parte de las instituciones de investigación agropecuaria.

El desempeño organizacional se define como la capacidad que posee una organización para utilizar sus recursos de manera eficiente y producir resultados coherentes con sus objetivos y de relevancia para sus usuarios. En el caso específico de las organizaciones de investigación agropecuaria, este desempeño se refiere en especial a la necesidad de generar tecnologías de utilidad para productores y la agroindustria, y contribuir de esta manera a la innovación agropecuaria para mejorar la producción y la productividad. Sin embargo, como ya se dijo, su propuesta de evaluación se reduce a medir la productividad que tienen los directivos e investigadores agrícolas por productos y patentes creadas, así como por la producción bibliométrica generada, soslayando la cuantificación del impacto social que tiene la tecnología generada entre los potenciales usuarios de las innovaciones tecnológicas.

En la segunda corriente destacan dos formas de abordar el problema: la primera, contempla el estudio del impacto de la modernización del campo (Rogers y Svenning, 1979; y Alarcón y Toledo, 2000).

Los primeros autores se basan en la teoría denominada *difusión de innovaciones* para investigar los factores que afectan la adopción de una innovación; ésta es esencial para que una sociedad tradicional transite hacia la llamada modernización. Para Rogers y Svenning (*op. cit.*), el mejor indicador de este proceso es el *espíritu de innovación*, entendido como el grado en que un individuo adopta ideas nuevas antes que otros miembros de su comunidad. Por lo tanto, la decisión de innovar incluye acciones mentales que realiza dicho individuo para decidir el tiempo en que la acepta o la rechaza, cuantificada a tra-

vés de la tasa de adopción. Para cuantificarla se tiene que determinar el número de individuos que admite una nueva tecnología en un periodo de tiempo, de acuerdo con la información que proveen los propios productores agrícolas, recolectada mediante la aplicación de cuestionarios. Normalmente, al graficar el número de individuos en forma acumulativa en el tiempo, se obtiene una curva conocida como *curva de adopción* que adquiere generalmente una forma parecida a la de la distribución normal.

De acuerdo con el *espíritu de innovación* que tengan los productores son clasificados en cinco clases: los generadores o innovadores; quienes adoptan pronto; la mayoría que adopta más pronto; la mayoría que adopta más tarde, y los productores lentos o rezagados.

Factores tales como el cosmopolitismo, uso de medios de comunicación, contacto con el agente de cambio, la organización y educación de los productores son variables que están asociadas con la teoría *difusión de innovaciones*, convertida desde la sexta década del siglo pasado en el marco teórico preferido por los investigadores a nivel mundial dedicados a evaluar el grado de transferencia de tecnología agrícola.

La principal desventaja que tiene este método para evaluar el uso de tecnología, es que el estudio de las causas de adopción se reduce únicamente a conocer el espíritu de innovación del individuo para explicar el grado de adopción, dejando de lado aspectos esenciales (condiciones materiales en las que viven los productores, por ejemplo) que pueden ayudarnos a explicar la tasa de adopción de la tecnología.

Por su parte, Alarcón y Toledo, (*op. cit.*) en un estudio que efectuaron en Nahuatzen, Michoacán, para conocer los índices de campesinidad y agroindustrialidad, proponen un método para calcular éstos partiendo del concepto de los modos de apropiación de la naturaleza; de esta forma elaboran una tipología ecológico-económica de productores agrícolas usando

como criterios analíticos las siguientes variables: fuentes de energía, escala de producción, grado de autosuficiencia, fuerza de trabajo usada, grado de diversidad, productividad ecológica y del trabajo, así como el tipo de conocimiento y cosmovisión. A su vez, la variable incluye múltiples indicadores, por ejemplo, el caso de fuentes de energía comprende 12.

En este método los conceptos campesinos y agroindustrial operan como dos formas puras y constituyen la espina dorsal para construir la tipología de productores, ya que entre los dos arquetipos o modelos existe una gama de estados intermedios, resultado de las distintas combinaciones entre rasgos típicamente campesinos y agroindustriales. Estas combinaciones en un momento determinado reflejan el grado de modernización, desarrollo o progreso que está teniendo la sociedad rural.

La construcción de la tipología de productores se logra asignándole valores a cada uno de los nueve atributos usados en la definición de las formas puras para su cuantificación, construyendo un rango entre el 0 (campesinos puros) y el 1 (la forma agroindustrial). Por ejemplo, los valores para el uso de semilla fueron: sólo criolla=0; criolla más mejorada=0.33; mejorada más criolla=0.66; y sola mejorada=1. La definición de tipos de productores se hizo sumando el valor de cada uno de los indicadores ya ponderados y el resultado se dividió entre 39, que es el número total de indicadores usados, proponiendo la agrupación de los productores en siete categorías:

- 0 = campesino puro
- 0.10 a 0.20 = campesino tradicional
- 0.21 a 0.40 = campesino semitradicional
- 0.41 a 0.60 = productor transicional
- 0.61 a 0.80 = productor agroindustrial incipiente
- 0.81 a 0.99 = productor agroindustrial
- 1 = agroindustrial puro.

Al aplicar esta metodología en Nahuatzen, los autores llegaron a la siguiente conclusión: los productores rurales de esta comunidad fueron clasificados como semi-tradicionales, ya que el valor tipológico promedio calculado fue de 0.26.

Las ventajas de su propuesta tipológica, según los autores, radican en que es integral e integradora y compatible con la información censal; su desventaja está en el alto número de variables usadas en la construcción de los tipos de productores. Desde nuestra perspectiva, el uso de un gran número de variables se debe a que Alarcón y Toledo consideran a la tipología como un fin y no como un medio que tiene la función de servir como punto de reflexión o mediación para evaluar, con el apoyo de un enfoque teórico, las causas que explican el tránsito del modo de producción campesino al modo de producción agroindustrial.

La segunda manera de abordar el problema, corresponde a aquellos estudios que comparan las prácticas agrícolas incluidas en el paquete tecnológico con la forma en cómo los productores llevan a cabo el manejo de su cultivo.

Se detectaron dos estudios con este enfoque. La primera investigación se refiere a la que realizaron Unda *et al.* (1998) sobre la adopción e impacto económico de la tecnología generada por el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) del Ecuador, para el manejo integrado del gusano blanco (*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, producto y dosis aplicada al cultivo de papa, dando a cada uno de estos componentes una escala de valor; para medir el grado de adopción los autores contrastaron las recomendaciones hechas por el INIAP y la forma como los productores llevaron a cabo la práctica recomendada.

Con base en la escala de clasificación se pro-

cedió a calificar el grado de adopción del conjunto de los componentes tecnológicos que conforman la recomendación, así como el grado de adopción individual para cada práctica, buscando que se refleje de una manera más precisa el verdadero grado de adopción. La calificación global del grado de adopción de los tres componentes que integran la recomendación para el control del gusano blanco se obtuvo sumando el grado de adopción individual de cada uno de los componentes. Se determinó que los agricultores con alto grado de adopción son quienes alcancen un puntaje total entre 7.1 y 9.0; en grado medio aquellos que logren entre 5.1 y 7.0; como grado bajo aquellos entre 3.1 y 5.0, y en grado nulo cuando sea inferior a 3.1.

Finalmente, Ramírez (2001) realizó una evaluación del Plan Llanos de Serdán en el estado de Puebla; la cuantificación del uso de tecnología se hizo tomando como base la experiencia desarrollada por Laird (1977) con el Plan Puebla. En este estudio el autor evaluó, durante un periodo de 20 años, el índice de adopción de la tecnología generada por el Plan Llanos de Serdán entre los productores de la región. Con este propósito construyó un índice para medir el uso de la tecnología tomando como base la comparación de cada una de las prácticas recomendadas por el Plan (cantidad de nitrógeno, cantidad de fósforo y densidad de la población aplicados por hectárea) con las prácticas que ejecutó el productor agrícola. El índice propuesto por Laird empleó la siguiente ecuación:

$$A = \left[ \frac{C -}{B} \right] \times 100$$

Donde:

A= Porcentaje de adopción de la tecnología para la práctica recomendada para el productor.

C= Cantidad de insumo que aplicó en la práctica el productor.

B= Cantidad promedio de la práctica recomendada por el plan que se aplicó en el año base (1975).

R= Cantidad de la práctica recomendada por el Plan Llanos de Serdán.

El grado o índice de adopción de las recomendaciones del Plan Llanos de Serdán es el porcentaje promedio de adopción de las tres prácticas recomendadas.

Para calcular la adopción, Ramírez modificó la ecuación expuesta arriba con dos excepciones:

1) Cuando la cantidad aplicada por el productor en el año estudiado es menor que la que se aplicó en el año base, el porcentaje de adopción es cero.

2) Cuando la cantidad aplicada fue mayor que la recomendada, es necesario restar el exceso para seguir la recomendación adecuadamente. En este caso se utilizó la ecuación siguiente:

$$A = 100 - \left\{ \left( \frac{C - R}{B} \right) \times 100 \right\}$$

Donde:

A= Porcentaje de adopción de la tecnología para la práctica recomendada para el productor.

C= Cantidad que aplicó en la práctica el productor.

R= Cantidad de la práctica recomendada por el Plan Llanos de Serdán.

El grado de la adopción de las recomendaciones se obtuvo mediante el promedio del porcentaje de adopción de las tres prácticas recomendadas (nitrógeno, fósforo y densidad de la población).

En general, las ventajas que tienen estos métodos son que, además de incluir en la evaluación la eficiencia, comprenden otros dos criterios: el de la eficacia, que se refiere a la consecución total o parcial de los objetivos propuestos en la investigación, y el de pertinencia

o relevancia, que relaciona los resultados con los efectos sociales que genera la investigación agrícola.

La revisión de estas experiencias fue esencial para construir la metodología sustentada en el siguiente principio: para evaluar el empleo de tecnología, primero se tiene que medir objetiva y cuantitativamente su uso adecuado por los productores; y segundo, dilucidar las causas que inhiben o promueven la apropiación tecnológica, auxiliándonos con la tipología de productores.

La apropiación de tecnología agrícola fue el eje que articuló la secuencia teórico-metodológica del estudio, definiéndose como el uso adecuado de las innovaciones tecnológicas recomendadas por medio del cual los productores proponen mejorar el manejo de su cultivo y los rendimientos por hectárea.

Este concepto, a diferencia del de adopción, supone: a) que la generación y transferencia de tecnología agrícola son dos tareas científicas diferentes; b) que una y otra son imprescindibles para mejorar el rendimiento de los factores de la producción agrícola; c) que lo que se debe estimar es el empleo adecuado de las innovaciones tecnológicas, resultado de la experimentación agrícola, y d) que al evaluar simultáneamente el empleo adecuado, el inadecuado y el rechazo muestran el grado en que los agricultores van teniendo pleno conocimiento o dominio de todo el paquete tecnológico recomendado o de alguno de sus componentes.

En cambio, la adopción se entiende como una decisión mental y autónoma que toma cada individuo para resolver si utiliza o rechaza la nueva tecnología. Este proceso está condicionado esencialmente por el impacto que tiene la difusión (divulgación, diseminación o extensión) del progreso técnico (Rogers y Svenning *op. cit.*). Basados en esta idea, la mayoría de los estudios sobre adopción de tecnología se han preocupado por indagar el papel que desempe-



ñan el espíritu de innovación y la comunicación (rasgos de los medios y de la audiencia, papel de los agentes de cambio y líderes de opinión, periodo y tasa de adopción, etcétera) en la transferencia de tecnología. Al soslayar la influencia que tiene *per se* la tecnología generada en su adopción, no han priorizado evaluar su empleo adecuado ni los factores que intervienen en este proceso. Es importante señalar que ulteriores estudios sobre adopción ya han considerado las características y atributos de la innovación, entendida como un factor tecnológico que modifica la función de la producción, cuyo uso genera cierta incertidumbre que disminuye con el tiempo por la adquisición de experiencia e información, originando que los adoptantes se vuelvan más eficientes en la aplicación de esa tecnología (Feder y Umali, 1993).

### El índice de apropiación de tecnología agrícola

El Índice de Apropiación de Tecnología Agrícola es un instrumento que permite cuantificar el grado en que los productores utilizan adecuadamente el paquete tecnológico recomendado; para calcularlo se propone la siguiente rutina:

1. Contrastar las recomendaciones incluidas en el paquete tecnológico para cada una de las actividades que comprende el ciclo del cultivo con relación al sistema de producción que realiza el productor.
2. Asignar un valor nominal al paquete tecnológico de 100 unidades y ponderarlas entre las distintas actividades que incluyan el manejo del cultivo, según el impacto que tiene cada una en su productividad total. Se propone que la ponderación la realicen técnicos que estén especializados en el cultivo que se vaya a evaluar. Por ejemplo, en una investigación donde se evaluó la apropiación de tecnología por los productores de maíz del estado de Tlaxcala (Damian, *et al.*, 2004) se propusieron las siguientes calificaciones: 10 para fecha de siembra; 20 para variedad; cinco para distancia entre surcos; cinco

para distancia entre matas; cinco para número de plantas por mata; 25 y cinco para fórmula de fertilización y fecha de aplicación del fertilizante; seis y cuatro para tipo y dosis de herbicida; seis y cuatro para tipo y dosis de insecticida, y cinco para combate de enfermedades.

3. Cada una de estas cifras ponderadas se divide entre dos, donde el primer cociente corresponde al uso de la recomendación, y el segundo a su manejo adecuado. Por ejemplo, si un productor empleó la variedad recomendada se le deben asignar 20 puntos; pero si usó otra variedad mejorada que no estaba dentro del paquete tecnológico se le fija un valor de 10 unidades, y si no empleó el material híbrido su calificación debe ser de cero.

4. Finalmente, el IATA toma valores de cero a cien, y para elaborar la tipología se divide en espacios equidistantes de acuerdo con el número de categorías de productores que se quieran formar. Para fines prácticos se sugiere dividir el valor del IATA en tres, cuatro o cinco clases de acuerdo con la heterogeneidad de productores que presente el área de estudio.

Para calcular el IATA se propone utilizar la siguiente expresión matemática:

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

En donde:

IATA = Índice de Apropiación de Tecnología Agrícola.

k = Número de componentes del paquete tecnológico recomendado.

$p_i$  = Ponderación otorgada al *i*-ésimo componente de recomendación; donde:

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

SPA<sub>*i*</sub> = Sistema productivo agrícola para el *i*-ésimo componente de recomendación; *i* = 1, 2, ..., *k*.

PTA<sub>*i*</sub> = Paquete tecnológico agrícola para el *i*-ésimo componente de recomendación; *i* = 1, 2, ..., *k*.

(SPAi /PTAi) = Proporción de tecnología empleada que puede tomar valores de cero si no hay apropiación de la tecnología recomendada por el INIFAP; a uno, si hay un uso adecuado de la tecnología, y a 0.5 si hay uso inadecuado del componente tecnológico.

Con la ecuación anterior se calcula el IATA de cada productor, y para conocer el índice del estado, región, municipio o comunidad, se suman los IATA individuales y se divide entre los productores incluidos en cada caso.

Para construir el IATA se tiene que levantar una encuesta a una muestra aleatoria aplicando un cuestionario a cada productor seleccionado al azar, una a una y sin reemplazo para evitar que un productor pueda aparecer dos veces.

### **La tipología de productores**

La construcción de tipología de productores tiene como propósito crear un punto de reflexión o mediación para evaluar las causas que explicarán el uso adecuado de la tecnología, cumpliendo la función de *complejo cognoscitivo* ideado por la teoría constructivista (García, 2000). Es decir, la agrupación-clasificación de productores es un puente entre el método y las técnicas de investigación porque permite crear distintos tipos de abstracciones (empíricas, constructivas y reflexivas) que, según la teoría constructivista, son centrales en la construcción del conocimiento. Esta secuencia de abstracciones posibilita ir más allá de la información inmediata que nos proporcionan los sentidos y facilita el proceso de aprehensión de la apariencia y esencia del objeto investigado.

### **Apropiación tecnológica de los maiceros del estado de Tlaxcala**

En 2002 se aplicó esta metodología para evaluar el índice de apropiación de tecnología generada por el INIFAP entre los productores de maíz

de los 60 municipios que comprende la entidad; tres agrupados por Distritos de Desarrollo Rural (DDR). Con este propósito se aplicaron 1884 encuestas a una muestra de productores afiliados al Procampo.

Los resultados obtenidos se exponen en el cuadro 1, en el que se observa que, en el nivel estatal: a) se encontraron cuatro tipos de productores de maíz; b) la apropiación de tecnología es baja, ya que menos de un tercio de la tecnología recomendada por el INIFAP es utilizada; c) hay una relación directa entre IATA y los rendimientos promedio de los tipos de productores, y e) la relación a mayor IATA más rendimiento, se invierte a nivel distrital.

### **Factores que inciden en la apropiación de tecnología agrícola**

Datos de la encuesta y otros obtenidos de fuentes secundarias, indican que en la apropiación tecnológica y productividad influyen varios factores: la disponibilidad que tienen los maiceros a los recursos productivos; los rasgos edafo-climáticos de los DDR; la pluriactividad de los maiceros, las características de la tecnología generada, y el uso de otras tecnologías.

### **Disponibilidad a los factores de la producción: trabajo, tierra y tecnología**

*Trabajo.* La asistencia técnica, la lectura de folletos técnicos y la educación, potencian las habilidades y capacidades de los productores.

En los datos del cuadro 2 se ve una tendencia que indica que los maiceros que cuentan con mayor apropiación de tecnología y rendimientos tienen mayor disponibilidad a estos servicios.

*Superficie agrícola.* Datos de la encuesta indican que los maiceros tienen una disponibilidad diferenciada a la tierra de cultivo, notándose una relación directa entre el grado de apropiación y

**Cuadro 1. Número de productores, rendimiento por hectárea e IATA promedio por tipo de productores de maíz y Distrito de Desarrollo Rural del estado de Tlaxcala.**

| Tipología de productores |                | Productores |       | Rendimiento*     | IATA     |
|--------------------------|----------------|-------------|-------|------------------|----------|
|                          |                | Número      | %     | kg/ha            | Unidades |
| Calpulalpan              | Muy baja       | 86          | 18.6  | 1 829.1          | 14.4     |
|                          | Baja           | 316         | 68.3  | 1 817.2          | 32.8     |
|                          | Media          | 56          | 12.1  | 1 949.1          | 47.6     |
|                          | Alta           | 5           | 1.1   | 1 910.0          | 67.7     |
|                          | Total/promedio | 463         | 100.0 | 1 836.4          | 31.6     |
| Tlaxcala                 | Muy baja       | 128         | 19.5  | 1 821.5          | 15.4     |
|                          | Baja           | 440         | 67.2  | 1 944.1          | 33.0     |
|                          | Media          | 77          | 11.8  | 2 066.2          | 46.6     |
|                          | Alta           | 10          | 1.5   | 2 320.0          | 65.3     |
|                          | Total/promedio | 655         | 100.0 | 1 940.2          | 31.7     |
| Huamantla                | Muy baja       | 57          | 7.4   | 1 712.3          | 15.3     |
|                          | Baja           | 620         | 80.9  | 1 741.1          | 33.5     |
|                          | Media          | 75          | 9.8   | 1 915.3          | 49.2     |
|                          | Alta           | 14          | 1.8   | 1 935.7          | 65.9     |
|                          | Total/promedio | 766         | 100.0 | 1 759.6          | 34.3     |
| Estatad                  | Muy baja       | 271         | 14.4  | 1 800.9 + 25.0 a | 15.1     |
|                          | Baja           | 1376        | 73.0  | 1 823.5 + 11.8 a | 33.2     |
|                          | Media          | 208         | 11.0  | 1 980.3 + 29.8 b | 47.8     |
|                          | Alta           | 29          | 1.5   | 2 063.8 + 98.7 b | 66.0     |
|                          | Total/promedio | 1 884       | 100.0 | 1 841.3 + 10.1   | 32.7     |

Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de la encuesta, 2002. \*Medias de rendimiento con la misma letra indica que no hay diferencia significativa entre sus valores (Prueba de Tukey,  $p < 0,05$ ).

**Cuadro 2. Escolaridad promedio, asesoría técnica y lectura de folletos técnicos por tipos de productores del estado de Tlaxcala.**

| Factor trabajo           | Muy baja |      | Baja  |      | Media |      | Alta |      | Prom. Estado |      |
|--------------------------|----------|------|-------|------|-------|------|------|------|--------------|------|
|                          | Núm.     | %*   | Núm.  | %*   | Núm.  | %*   | Núm. | %*   | Núm.         | %*   |
| Escolaridad (años)       | 3.0      |      | 3.8   |      | 5.5   |      | 5.6  |      | 3.9          |      |
| Sin asesoría técnica     | 254      | 93.7 | 1.268 | 92.2 | 178   | 85.6 | 26   | 89.7 | 1.726        | 91.6 |
| No lee folletos técnicos | 229      | 84.5 | 1.183 | 86.0 | 156   | 75.0 | 20   | 69.0 | 1.588        | 84.3 |

Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de la encuesta, 2002. \* Del total de productores.

tamaño de superficie sembrada de temporal y riego. Los productores de Tlaxcala detentan en promedio 2.34 hectáreas; pero los de muy baja apropiación tienen 1.98, y los de baja, media y alta poseen 2.36, 2.55 y 3.04 hectáreas, respectivamente. Por otra parte, 96.4% de la superficie es de temporal y 3.6% de riego. La tenencia de la tierra de riego es de 0.03, 0.08, 0.14 y 0.23 hectáreas para maiceros de muy baja, baja, media y alta apropiación expuesta en el mismo orden.

*Tecnología.* Los componentes tecnológicos más usados fueron fertilizante, tractor y herbi-

cida. El uso del primero se debe al tipo de suelo que hay en Tlaxcala, los cambisoles, parecidos al material primario original. El empleo del tractor y herbicida se explica porque reducen la mano de obra, ya que en la entidad se han promovido las actividades secundarias y terciarias.

### Rasgos edafo-climáticos de los Distritos de Desarrollo Rural

Contrario al comportamiento de los tipos de productores a nivel estatal, en el cuadro 1 se

observa una relación inversa entre el IATA y los rendimientos regionales. Destaca, en primer término, los bajos rendimientos de los productores de alta apropiación de los DDR163 y 165 (respecto a los maiceros de alta apropiación del Distrito 164), los cuales se caracterizan porque la mayoría sembró semilla mejorada en condiciones de temporal en regiones consideradas por el Programa Rector de Desarrollo Agropecuario 1999-2005 del estado de Tlaxcala (INIFAP, 1999), como de mediana productividad, por lo que es probable que estas circunstancias ambientales hayan impedido un desarrollo adecuado de los materiales mejorados.

Finalmente, se distingue la relación inversa que hay entre apropiación y rendimiento en los Distritos de Tlaxcala y Huamantla, puesto que su IATA (31.7 y 34.3) fue superior, e inferior al promedio estatal, y su rendimiento promedio (1 940.2 y 1 759.6 kg/ha) fue mayor y menor, respectivamente, a la media de la entidad. Este comportamiento se debe a que estos DDR poseen los valores extremos del índice de no siniestro: 0.967 para el primero, y 0.835 para el segundo, mientras que para el DDR 163 fue de 0.908 (elaboración propia con información de INEGI y Gobierno del estado, 1999-2003).

Este índice muestra la proporción del área sembrada que no es afectada por fenómenos de tipo meteorológico (sequías, vientos, inundaciones, heladas y granizo); por lo tanto, refleja la incidencia que tiene el clima en la productividad agrícola. Una forma de atenuar los ambien-

tes naturales adversos es que los productores aumenten, de acuerdo con sus posibilidades, el consumo de insumos agrícolas.

### Pluriactividad y discontinuidad tecnológica

En la apropiación de tecnología influye la pluriactividad, que forma parte de las estrategias de supervivencia de los campesinos para garantizar la reproducción de sus familias. Consiste en la combinación de diversas actividades (agrícolas y no agrícolas) realizadas dentro o fuera de la comunidad (Sacco y Velleda, 2007).

### La pluriactividad dentro de la comunidad

En Tlaxcala la pluriactividad es ocasionada por la relevancia histórica que han tenido las actividades secundarias y terciarias en su economía, ya que entre ambos sectores ocupan 81.8% de la población económicamente activa y crean 93.1% del producto interno bruto (INEGI y Gobierno del estado de Tlaxcala, 2003). Datos de la encuesta muestran que los maiceros de Tlaxcala son pluriactivos ya que 1 392 (74%) efectuaron distintas actividades, siendo seis las más significativas: jornalero, ganadero, comerciante, albañil, servidor público y recolector de leña, desempeñadas respectivamente por 20, 15, 11, 10, 5 y 3%; otro conjunto de actividades fue realizado por 10% de los productores, mientras que el restante 26% (492) sólo se dedicó a la siembra de maíz.

El cuadro 3 muestra los resultados obtenidos

**Cuadro 3. Número de productores de maíz del estado de Tlaxcala agrupados de acuerdo con las actividades sectoriales que desempeñan y por Distrito de Desarrollo Rural.**

| Tipos de productores | DDR Calpulalpan |    | DDR Tlaxcala |    | DDR Huamantla |    | Estado |     |
|----------------------|-----------------|----|--------------|----|---------------|----|--------|-----|
|                      | Total           | %  | Total        | %  | Total         | %  | Total  | %   |
| Primarios            | 317             | 26 | 389          | 32 | 512           | 42 | 1218   | 65  |
| No Primarios         | 146             | 22 | 266          | 40 | 254           | 38 | 666    | 35  |
| Total                | 463             | 24 | 655          | 35 | 766           | 41 | 1884   | 100 |

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

cuando los productores son agrupados por el tipo de actividad que efectúan y el distrito de desarrollo rural donde se ubican.

En estas cifras se observa que: a) 65% de los productores realizan actividades relacionadas con el sector primario y 35% efectúan tareas de diferentes ramas económicas de los sectores secundario y terciario; b) el mayor número de productores primarios se encuentra en el DDR de Huamantla, que se caracteriza por el peso relativo que tienen las actividades primarias, ya que de 56 556 personas que componen la población ocupada, 38 y 30% efectuaron actividades primarias, secundarias y terciarias de forma respectiva; mientras que el resto (2%) realizó labores económicas no especificadas. Estos datos para el DDR de Calpulalpan son anotados en el mismo orden: 20, 36, 42 y 2%; y para el DDR de Tlaxcala 12, 41, 45 y 2% (INEGI, 2001), y c) los productores secundarios predominan en los DDR de Tlaxcala y Huamantla. El primer caso se explica porque ahí se localizan los complejos industriales de Panzacola y Xiloxotla, Tlaxcala, y San Martín Texmelucan, Puebla, construidos durante la etapa de sustitución de importaciones, que brindan a los productores de maíz mayores posibilidades de empleo. En cambio, la existencia de productores secundarios en Huamantla, es probable que se deba a que este distrito posee mayor marginación social (Conapo, 2001), por lo que la ejecución de otras actividades constituye una estrategia central de sobrevivencia de los maiceros.

Resalta que la ejecución de otras tareas desligadas del manejo del maíz afecta la productividad del suelo y la del maicero. La pluriactividad

disminuye la fertilidad del suelo porque cuando la mayor parte de ingresos de los maiceros los obtienen de otras actividades, es más fácil que renten o presten su parcela a un familiar o a otro productor, quienes no se preocuparán por mantener o incrementar la fertilidad de un suelo que no les pertenece.

A su vez, la pluriactividad afecta la productividad de los maiceros por la interacción de dos motivos: el poco tiempo de que disponen para mejorar el manejo del maíz y el desempeño de otras actividades, ocasionan discontinuidad técnica expresada en la paulatina pérdida de especialización en la siembra de esta gramínea. Para Smith (1982) el progreso más importante en las facultades productivas del trabajo y gran parte de la aptitud, destreza y sensatez con que éste se aplica o dirige, parecen ser consecuencia de la división del trabajo.

Si clasificamos a los productores de acuerdo con la actividad que realizan en primarios y secundarios, los datos del cuadro 4 indican que los segundos obtuvieron menores rendimientos por hectárea que los primeros, aún cuando los secundarios emplearon más tecnología. Otros datos de la encuesta señalan que los maiceros secundarios tienen más escolaridad y gasto que deberían reflejarse en mayor apropiación de tecnología agrícola y rendimientos unitarios.

### La pluriactividad fuera de la comunidad

La pluriactividad también se puede efectuar fuera de la comunidad de origen del productor mediante la emigración de éstos o de algunos

**Cuadro 4. Rendimientos (kg/ha) e IATA, según tipos de maiceros y Distritos de Desarrollo Rural del estado de Tlaxcala.**

| Indicador    | Calpulalpan |       | Tlaxcala |       | Huamantla |       | Estado |       |
|--------------|-------------|-------|----------|-------|-----------|-------|--------|-------|
|              | P           | S     | P        | S     | P         | S     | P      | S     |
| Rendimientos | 1 870       | 1 763 | 1 983    | 1 877 | 1 785     | 1 709 | 1 870  | 1 788 |
| IATA         | 31.4        | 31.9  | 30.8     | 32.9  | 34.0      | 35.0  | 32.3   | 33.5  |

Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de la encuesta, 2002. P = Primario. S = Secundario.

de sus familiares, lo cual también afectará la productividad.

La emigración de los maiceros en Tlaxcala ha sido promovida por la interacción de distintos motivos: *a)* los productores poseen pequeñas parcelas agrícolas, en promedio 2.34 hectáreas, pero es un poco más (2.43 ha) para los productores cuyos familiares no emigraron, y un poco menos (2.27 ha) para los maiceros con familiares que emigraron; *b)* las parcelas que siembran se caracterizan por su baja fertilidad. Ojeda y Ojeda (1996) señalan que los suelos agrícolas del estado son los únicos del país clasificados como de muy baja fertilidad, a la que hay que agregarle el grado de erosión que presentan los suelos de Tlaxcala. Datos de la Semarnat (2002) señalan que 392 552 hectáreas, 97% del área del estado presentan algún tipo de erosión: 15% ligera, 74% moderada y 11% se encuentra considerada como severa; *c)* la alta densidad de población del estado representa la cuarta posición a nivel nacional (INEGI, 2001); *d)* la entidad se encuentra cerca de los principales polos industriales del país, y *e)* el estado cuenta con una amplia red carretera y ferroviaria que facilita su conexión con las principales zonas fabriles del país. Según Copladet (2004). Tlaxcala tiene un promedio de 60.8 kilómetros de vías de comunicación por cada 100 kilómetros cuadrados.

Datos de la encuesta indican que 17% de los familiares de los maiceros emigraron y que sus remesas son básicas para la sobrevivencia fami-

liar, ya que cubren 20% del gasto total anual per cápita.

Pero también las destinan a la adquisición de insumos agrícolas tal, y como se infiere de los datos expuestos en el cuadro 5, ya que en la medida en que aquéllas aumentan, del mismo modo se acrecienta el uso del componente tecnológico.

En estos mismos datos se observa que los productores primarios que no cuentan con emigrantes resultaron, a *grosso modo*, ser los más eficientes en el manejo del maíz empleando menos tecnología. Y es que la emigración, a diferencia de la pluriactividad efectuada en la propia comunidad, ocasiona la ruptura técnica total en el manejo del maíz y disminuye también la productividad del maicero. Nadal y Wise (2005) plantean que la prolongada interrupción de la siembra de maíz por miembros de la familia probablemente dificulte la transmisión del conocimiento local debilitando el manejo adecuado de este cultivo.

La ruptura tecnológica de los maiceros se expresa de forma evidente en el manejo inadecuado que hacen de la tecnología convencional. Sólo la fecha de siembra fue usada adecuadamente por 92.9% de los productores, mientras que este dato fue 3.8% para variedades mejoradas, 33.7% para densidad de plantas, 0% para los fertilizantes, 21.5% para la fecha de aplicación de fertilizantes, 0.5% para los insecticidas y 0.3% para dosis de insecticida de cuatro maneras.

**Cuadro 5. Rendimiento (kg ha), IATA y remesas (\$) de los tipos de productores del estado de Tlaxcala, según el número de emigrantes.**

| Número de emigrantes | Primario |      |         | Secundarios |      |         | Promedio Estado |      |         |
|----------------------|----------|------|---------|-------------|------|---------|-----------------|------|---------|
|                      | Rend.    | IATA | Remesas | Rend.       | IATA | Remesas | Rend.           | IATA | Remesas |
| 0                    | 1949     | 31.7 | 0       | 1753        | 32.5 | 0       | 1838            | 32.1 | 0       |
| 1                    | 1909     | 31.8 | 526     | 1796        | 34.3 | 669     | 1828            | 33.2 | 646     |
| 2                    | 1922     | 30.4 | 777     | 1828        | 33.6 | 918     | 1853            | 32.6 | 879     |
| 3                    | 1929     | 34.7 | 1012    | 1863        | 34.7 | 963     | 1902            | 34.6 | 967     |
| Más de 4             | 2104     | 35.8 | 1467    | 1850        | 35.1 | 1350    | 1992            | 36.6 | 1384    |

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

Esta ruptura tecnológica afecta la productividad de los maiceros del estado de Tlaxcala, manifestándose de forma evidente en el rendimiento por hectárea que tienen los productores de la entidad (1 838 kg) respecto a la media nacional (2 362 kg), (Sagarpa, 2004) aun cuando la entidad posee condiciones edafo-climáticas más favorables que el promedio nacional.

### **Apropiación de tecnología y el enfoque “Recomendaciones Generales” del INIFAP**

Otra cuestión que afecta la apropiación de tecnología es el método que usa el INIFAP para crear los paquetes tecnológicos denominados “Recomendaciones Generales”. Este modelo de investigación se basa en la sucesión de la experimentación, validación, difusión y adopción de tecnologías. Con la experimentación se crea la nueva tecnología; la validación confirma los resultados de la experimentación en la región donde se va a aplicar; la difusión incluye las técnicas de comunicación para diseminar la tecnología de la fuente donde se generó a los agricultores usuarios, y la adopción se refiere a que los productores usuarios apliquen el paquete tecnológico (Laird, *op. cit.*).

Hasta 1986, para realizar la investigación agrícola, el INIFAP y sus instituciones antecesoras (Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias e Instituto Nacional de Investigaciones Forestales) reconocieron la diversidad ecológica de México y organizaron centros regionales de investigación definidos por criterios agroecológicos y no por límites estatales, agrupando a grandes regiones 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 y la ganadería del trópico húmedo; la actividad forestal del altiplano y la actividad forestal en las selvas tropicales del Sur del país (Moncada, 1991).

En cuanto a la apropiación de tecnología, interesa subrayar que el método “Recomendaciones Generales” supone que en las regiones agroecológicas delimitadas existen productores que tienen un manejo del maíz razonablemente parecido. En esta concepción de espacio subyace una visión homogénea del mismo, cuyos precursores son los teóricos de la economía espacial para los cuales las diferencias socioeconómicas y culturales no son pensadas como razones importantes que influyen en la apropiación de tecnología agrícola. Datos derivados de la encuesta señalan que los cuatro tipos de productores detectados se ubican, indistintamente en los tres distritos, 60 municipios y cientos de presidencias de la comunidad que tiene el estado

Como se ha demostrado, el clima influye en los rendimientos del maíz.; por lo mismo, la delimitación de regiones agroecológicas es una fase esencial, aunque insuficiente para diseñar una estrategia de investigación agrícola, porque en la productividad agrícola también intervienen factores relacionados con el manejo de la planta por el hombre que, a su vez, depende del acceso que tenga el productor a los recursos productivos; es decir, de la capacidad de compra de los productores. Suponer que las condiciones agroecológicas y el manejo del maíz coinciden, es totalmente falso, ya que presumiría que los productores tuvieran niveles socioeconómicos razonablemente similares.

Por otra parte, la tecnología generada por el INIFAP se ha orientado a elevar la producción y promover el desarrollo solamente 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 el hecho de que los habitantes del medio rural de México poseen bajos ingresos, ya que, según Escalante (2006) sus remuneraciones anuales son, en promedio, de 3 700 pesos; para los maiceros del estado de Tlaxcala fueron de 4 941 pesos.

### El uso de tecnologías campesinas en el manejo del maíz

Los resultados muestran que las tecnologías campesinas son comunes en el manejo del maíz en el estado: 92% de los maiceros emplean semilla criolla; 65 y 76% asocian y rotan cultivos; 63% conservan el suelo, y 66% usan estiércol. Estas tecnologías se caracterizan porque emplean de forma más eficiente los recursos naturales cuyo costo tiende a cero (luz, agua y aire) y probablemente esto influya en la apropiación de tecnología convencional.

Resalta que los productores que usaron técnicas campesinas tuvieron mayor productividad, en promedio, que los que no las emplearon, excepto en semillas criollas y policultivos (cuadro 6), pero éstos no incluyen los rendimientos de las plantas asociadas con maíz. Estos datos exhiben la relevancia que tienen las tecnologías campesinas en el manejo del maíz en una entidad que no se caracteriza por la presencia de grupos étnicos ni por su marginación social.

La preponderancia que tienen las tecnologías campesinas se debe a múltiples factores. Por ejemplo, el amplio uso de materiales criollos se debe: *a)* al bajo costo y facilidad que tiene el productor para conseguirlos; *b)* a que en la elaboración de tortillas se prefiere la semilla criolla, ya que garantiza a las familias el maíz nuevo el cual posee buen sabor, olor y buena calidad. Estos motivos explican porqué la mayor parte

del maíz se utiliza para el autoconsumo, ya que sólo 2.1% de la cosecha se destina íntegramente al mercado, y *c)* los materiales criollos poseen una adaptación milenaria a los ecosistemas, brindándoles cierta superioridad productiva respecto a las semillas híbridas cuando ambas son cultivadas en condiciones adversas o de temporal.

Igualmente, la semilla criolla es la base de la reproducción de la ganadería campesina, ya que su alto porte provee de mayores cantidades de rastrojo.

Pero el predominio de las tecnologías campesinas en el manejo del maíz se explica, sobre todo, porque originan interacciones agroecológicas que mejoran la productividad de los recursos usados por los maiceros. El manejo del maíz con tecnologías campesinas se basa en un enfoque de ingeniería ecológica que ensambla los componentes del agroecosistema (cultivos, animales, árboles, suelos) para crear interacciones temporales y espaciales entre estos componentes, y elevar los rendimientos derivados de fuentes internas, reciclaje de nutrientes y materia orgánica, así como de relaciones tróficas entre plantas, insectos y patógenos (Altieri y Nicholls, 2000).

Los cultivos asociados maximizan las interacciones agroecológicas, ya que el agrupamiento de plantas con distinta eficiencia energética, hábitos de crecimiento y estructuras radiculares, emplean de forma más eficiente la energía

**Cuadro 6. Rendimientos (kg/ha) de los tipos de productores con y sin empleo de tecnología campesina.**

| Número de emigrantes | Primario |      |         | Secundarios |      |         | Promedio estado |      |         |
|----------------------|----------|------|---------|-------------|------|---------|-----------------|------|---------|
|                      | Rend.    | IATA | Remesas | Rend.       | IATA | Remesas | Rend.           | IATA | Remesas |
| 0                    | 1949     | 31.7 | 0       | 1753        | 32.5 | 0       | 1838            | 32.1 | 0       |
| 1                    | 1909     | 31.8 | 526     | 1796        | 34.3 | 669     | 1828            | 33.2 | 646     |
| 2                    | 1922     | 30.4 | 777     | 1828        | 33.6 | 918     | 1853            | 32.6 | 879     |
| 3                    | 1929     | 34.7 | 1012    | 1863        | 34.7 | 963     | 1902            | 34.6 | 967     |
| Más de 4             | 2104     | 35.8 | 1467    | 1850        | 35.1 | 1350    | 1992            | 36.6 | 1384    |

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



solar, nutrientes y agua (Altieri, 1991). También la asociación maíz-frijol-calabaza potencia la relación agua-suelo-planta-ambiente, ya que el frijol 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 e impide el crecimiento de malezas y la evaporación del agua (Rojas *et al.*, 2000). La rotación de cultivos reduce los problemas de malezas, plagas y enfermedades; aumentan los niveles de nitrógeno disponible en el suelo, disminuyen la necesidad de fertilizantes sintéticos y, junto con las prácticas de labranza conservadoras del suelo reduce la erosión edáfica (Altieri y Nicholls, 2000). La conservación de suelos evita la pérdida de nutrientes que son fundamentales para mejorar 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 (Robert, 2002).

### Conclusiones

La clasificación de los productores en tipos mediante el IATA, permitió cuantificar el empleo adecuado del paquete tecnológico para maíz recomendado por el INIFAP en el estado de Tlaxcala, así como identificar las causas principales que limitan su uso. El estudio demostró que a mayor nivel de apropiación de tecnología, correspondió mayor rendimiento, aunque menos de un tercio de la tecnología recomendada fue apropiada; los maiceros no aplican o hacen uso inadecuado de la tecnología debido al acceso limitado que tienen a los factores de producción; a los rasgos edafo-climáticos de los DDR; a la pluriactividad que ejercen dentro o fuera de su comunidad; al uso de tecnologías campesinas

en el manejo del maíz, y a que las tecnologías agrícolas tradicionales demostraron ser más eficientes que las generadas por el INIFAP.

### Literatura Citada

- Alarcón, P., y Toledo V. M. 2000. "Tipología económico-ecológica de los productores rurales de Nahuatzen, Michoacán". En: *El ajuste estructural en el campo mexicano*. Sagar/Asociación Mexicana de Estudios Rurales, México, d. f.
- Altieri, M. 1991. "¿Por qué estudiar la agricultura tradicional?" *Revista de CLADES*, Número especial. División de Control Biológico, Universidad de California, Berkeley. Consultado el 30 de noviembre de 2008. [<http://www.clades.org/r1-art2.htm>].
- 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.
- Comité de Planeación para el Desarrollo del estado de Tlaxcala (Copladet). 2004. *Indicadores socioeconómicos de Tlaxcala*, Gobierno de Tlaxcala, Dirección de Informática y Estadística, Unidad de estadística, Tlaxcala, México.
- Consejo Nacional de Población (Conapo). 2001. *Índices de Marginación 2000*, Anexo B: *Índices de Marginación por Municipio*, Grupo S. M. Impreso, S. A. de C. V. México.
- Damián, H., M. A.; B. Ramírez V.; A. Gil M.; N. Gutiérrez R.; A. Aragón G.; R. Mendoza R.; J.A. Paredes S.; T. Damián J. y J.A. Almazán. 2004. *Apropiación de tecnología agrícola. Características técnicas y sociales de los productores de maíz de Tlaxcala*. Primera edición, BUAP, Conacyt-SIZA y H. Congreso del estado de Tlaxcala, Méx. 296 p.
- Escalante, R. 2006. "Desarrollo rural, regional y medio ambiente". *Economía*. Universidad Nacional Autónoma de México, 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.
- Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (Fontagro) e Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). 2005. *Evaluación de los impactos potenciales de los proyectos financiados por el Fontagro*. Primera convocatoria. Washington DC, 20577, p. 33. Consultar en: fontagro@iadb.org.www.fontagro.org,
- García, R. 2000. *El conocimiento en construcción. De las formulaciones de Jean Piaget a la teoría de sistemas complejos*. Ed. Gedisa, Barcelona, España, pp. 39-63.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) y Gobierno del Estado de Tlaxcala. 1999. Anuario Estadístico de Tlaxcala, México.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) y Gobierno del Estado de Tlaxcala. 2000. Anuario Estadístico de Tlaxcala, México.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) y Gobierno del estado de Tlaxcala. 2001. Anuario Estadístico de Tlaxcala. México.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2001. XII Censo de Población y Vivienda del estado de Tlaxcala, México, p. 716.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2001. XII Censo de Población y Vivienda del estado de Tlaxcala, México.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) y Gobierno del estado de Tlaxcala. 2002. Anuario Estadístico de Tlaxcala, México.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) y Gobierno del Estado. 2003. Anuario Estadístico de Tlaxcala, 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, México.
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). 2003. Manual de Organización, Dirección General de Administración, México, D. F. Consultado el 3 de mayo de 2005 <http://www.inifap.gob.mx/>.
- Laird, R. J. 1977. "Investigación agronómica para el desarrollo de la agricultura de temporal". Escuela Nacional de Agricultura-Colegio de Postgraduados. *Suelos*. Chapingo, México, pp. 1-77.
- Moncada, J. 1991. "Evolución y perspectivas de la investigación agrícola en México". En: Méndez, I., J. De la Fuente, M. González, M. L. Jiménez, R. Ortega, J. Moncada, A. Caetano, S. Mendoza y M. Perales, M., (1991). *La investigación agrícola en México en la década de los ochenta*. Universidad Autónoma Chapingo, México, pp. 40-41.
- Nadal, A. y 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 America. p.79.
- Ojeda, D. y E. Ojeda T. 1996. "Suelos cultivados de la República Mexicana, contenido medio de nutrimentos minerales aprovechables". Universidad Autónoma Chapingo, México. En: *Estadísticas del medio ambiente 1999*. Cap. II. Medio ambiente y recursos naturales. México, p. 10. Consultado el 15 de mayo de 2005 en: [www.inegi.gob.mx/.../espanol/bvinegi/](http://www.inegi.gob.mx/.../espanol/bvinegi/).
- Peterson W.; G. Gijsbers y M. Wilks. 2003. An Organizational Performance Assessment System for Agricultural Research Organizations: Concepts, Methods, and Procedures. p. 81. Consultado el 30 de marzo de 2004 en: [www.isnar.cgiar.org/publications/catalog/rmg.htm](http://www.isnar.cgiar.org/publications/catalog/rmg.htm).

- Ramírez, B. 2001. "Agricultural policy and development in México: an evaluation of a twenty years experience in the status of Puebla". PhD a dissertation the Latin American studies programan, Tulane University, Louisiana, USA, pp. 23-36.
- 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. Informe sobre Recursos Mundiales de Suelos. Núm. 96, Roma, Italia.
- Rogers, E. M. y L. Svenning. 1979. *La modernización entre los campesinos*. Fondo de Cultura Económica. Primera reimpresión. México. 397 p.
- Rojas, R. T. 1990. "La agricultura en la época prehispánica". En: Rojas, T., M. Romero, C. Rodríguez, G. Von Wobeser y T. Martínez. 1991. *La agricultura en tierras mexicanas desde sus orígenes hasta nuestros días*. Grijalbo y Consejo Nacional para la Cultura y las Artes. México.
- Sacco, D. F. y N. Velleda C. 2007. "Pluriactividad y agricultura familiar en Brasil: el caso de Río Grande do Sul". *Revista de la CEPAL* 93, Santiago de Chile. <http://www.eclac.cl/publicaciones/xml/0/31960/SaccodosAnjos.pdf>.
- Smith, A. 1982. *Investigación sobre la naturaleza y causas de la riqueza de las naciones*. Fondo de Cultura Económica, México. p. 7.
- 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, México, p. 136. Consultado el 2 de febrero de 2004 en: <http://www.sagarpa.gob.mx/>.
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat). 2002. Inventario Nacional de Suelos, México. Consultado el 27 de febrero de 2004 en: [www.semarnat.gob.mx](http://www.semarnat.gob.mx).
- Unda, J.; V. Barrera y P. Gallegos. 1998. *Estudio de adopción e impacto económico del manejo integrado del gusano blanco (Premnotyphes vorax) en comunidades campesinas de la Provincia de Chimborazo*, INIAP-COSUDE, Ecuador. Consultado el 11 de mayo en: <http://www.redepapa.org>. 11 de mayo de 2005, 29p.