



Agricultura, Sociedad y Desarrollo

ISSN: 1870-5472

asyd@colpos.mx

Colegio de Postgraduados

México

Damián-Huato, Miguel A.; Cruz-Leon, Artemio; Ramirez-Valverde, Benito; Romero-Arenas, Omar;  
Moreno-Limón, Sergio; Reyes-Muro, Luis  
MAÍZ, ALIMENTACIÓN Y PRODUCTIVIDAD: MODELO TECNOLÓGICO PARA PRODUCTORES DE  
TEMPORAL DE MÉXICO  
Agricultura, Sociedad y Desarrollo, vol. 10, núm. 2, abril-junio, 2013, pp. 157-176  
Colegio de Postgraduados  
Texcoco, Estado de México, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=360533095002>

- 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

# MAÍZ, ALIMENTACIÓN Y PRODUCTIVIDAD: MODELO TECNOLÓGICO PARA PRODUCTORES DE TEMPORAL DE MÉXICO

## MAIZE, FOOD AND PRODUCTIVITY: TECHNOLOGICAL MODEL FOR SEASONAL PRODUCERS IN MÉXICO

Miguel A. **Damián-Huato**<sup>1\*</sup>, Artemio **Cruz-Leon**<sup>2</sup>, Benito **Ramírez-Valverde**<sup>3</sup>,  
Omar **Romero-Arenas**<sup>1</sup>, Sergio **Moreno-Limón**<sup>4</sup>, Luis **Reyes-Muro**<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Centro de Agroecología del Instituto de Ciencias de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Avenida 14 Sur 6301, Ciudad Universitaria. 72570. Puebla, Puebla México (damianhuato@hotmail.com) <sup>2</sup>Universidad Autónoma Chapingo. Km 38.5 Carretera México- Texcoco (cruzla59@yahoo.com.ar) <sup>3</sup>Colegio de Postgraduados Campus Puebla. Km. 125.5 Carr. Federal México-Puebla. 72760. Puebla, Puebla (bramirez@colpos.mx). <sup>4</sup>Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Biológicas, Pedro de Alba y Manuel L. Barragán, Ciudad Universitaria (morenolimón@yahoo.com.mx) <sup>5</sup>Programa de Socioeconomía, Campo experimental Pabellón. INIFAP. Km 32.5 Carr. Aguascalientes- Zacatecas, Pabellón de Arteaga, Aguascalientes. 20190 (reyes.luis@inifap.gob.mx)

### RESUMEN

La alimentación es un derecho humano y se consigue cuando hay seguridad alimentaria familiar (SAF). En México, el cultivo de maíz es crucial para la SAF pero se requiere incrementar su productividad. Se expone el método productor-innovador (MP-I) para reducir la brecha tecnológica en el manejo de maíz y lograr la SAF de los maiceros de temporal. El MP-I se validó con productores de Cohetzala, Puebla y consta de cuatro momentos: cálculo del índice de seguridad alimentaria (ISA), aplicación de una encuesta, evaluación del Índice de Apropiación de Tecnologías Radicales (IATR) y el Grado de Empleo de Tecnologías Progresivas (GETP), e identificación de maiceros de altos rendimientos y de su patrón tecnológico. Se halló que 15% de los maiceros poseen SAF; en el manejo de maíz se aplicaron innovaciones radicales y progresivas, prevaleciendo las segundas; no hay relación directa entre el IATR y rendimientos, pero sí entre éstos y el GETP; 19 % de los maiceros fueron de altos rendimientos, y si se transfiere su patrón tecnológico podrían incrementar los rendimientos 91 % para productores de baja y 24 % para los de media productividad y la SAF se incrementaría 14 %.

**Palabras clave:** índice de seguridad alimentaria, innovaciones radicales y progresivas, manejo de maíz, método productor-innovador, potencial productivo.

### ABSTRACT

Access to food is a human right and it is obtained upon reaching family food security (FFS). In México, maize cultivation is crucial for FFS but requires an increase in productivity. The producer-innovator method (MP-I) is proposed as a way to reduce the technological gap present in maize management and as a means to achieve FFS for seasonal maize producers. The MP-I was validated through producers from Cohetzala, Puebla, and consists of four stages: calculation of food security index (FSI), application of a survey, evaluation of the Radical Technology Appropriation Index (*Índice de Apropiación de Tecnologías Radicales*, IATR) and the Degree of Employment in Progressive Technologies (*Grado de Empleo de Tecnologías Progresivas*, GETP), and identification of high-yield maize producers and their technological pattern. It was found that 15 % of maize producers possess FFS; radical and progressive innovations were applied to maize management, with the second ones prevailing; there is no direct relation between the IATR and yields, but there is between the latter and the GETP; 19 % of maize producers had high yields, and if their technological pattern was to be transferred, they could increase their yields by 91 % for low-yield producers and by 24 % for medium-yield producers, resulting in a 14 % increase in FFS.

**Key words:** food security index, radical and progressive innovations, maize management, producer-innovator method, productive potential.

\* Autor responsable ♦ Author for correspondence.

Recibido: noviembre, 2012. Aprobado: mayo, 2013.

Publicado como ARTÍCULO en ASyD 10: 157-176. 2013.

## INTRODUCCIÓN

La alimentación es un derecho humano esencial registrado desde hace 60 años en la Declaración Universal de Derechos Humanos de las Naciones Unidas (De Loma, 2008). En 1996 fue reconocido por los Jefes de Estado en la Cumbre Mundial sobre la Alimentación, donde ratificaron el derecho de la persona a tener acceso a alimentos sanos y nutritivos, en consonancia con el derecho a una alimentación apropiada y con el derecho básico a no padecer hambre. Este derecho se logra cuando hay seguridad alimentaria familiar (SAF) y se considera que existe cuando todos los miembros de las familias tienen acceso físico y económico a suficientes alimentos inocuos y nutritivos, a fin de llevar una vida activa y sana (FAO, 2010).

El maíz es un cultivo clave para México, con un consumo promedio diario *per cápita* de 343 gramos, 72 % del total de cereales consumidos en el país. (FAOSTAT, 2010). La siembra estimada de maíz en México para 2010 fue de 7.86 millones de hectáreas, 36 % del área total cultivable del país. De ella, 82 % se sembró en condiciones de temporal y el volumen de producción total fue 24.4 millones de toneladas (SIAP, 2010), insuficientes para satisfacer la SAF, por lo que es necesario mejorar la productividad, lo que se puede lograr, entre otras formas, mediante la aplicación del MP-I.

El MP-I es una propuesta metodológica que tiene como propósito elegir la mejor combinación de innovaciones radicales y progresivas aplicadas en la producción de maíz a nivel local, para mejorar la productividad agrícola y la SAF. El MP-I identifica a los productores de mayores rendimientos y el patrón tecnológico que aplican en el manejo de maíz, para transferirlo a aquellos productores con menores rendimientos, para reducir las asimetrías tecnológicas que existen entre ellos.

La generación y transferencia de innovaciones radicales está vinculado al paradigma productivista enraizado en la Revolución Verde. Comprende el uso de varios componentes (riego, agroquímicos, etcétera) sistematizados en paquetes tecnológicos para aprovechar la productividad de los materiales mejorados (FAO, 1996). En la evolución de este paradigma han intervenido varias entidades: la Oficina de Estudios Especiales (1943: OEE), el Instituto de Investigaciones Agrícolas (1947: IIA), el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (1960: INIA)

## INTRODUCTION

Access to food is an essential human right registered 60 years ago in the United Nations Universal Declaration of Human Rights (De Loma, 2008). It was recognized in 1996 by the Heads of State in the World Food Summit, where they ratified the right of any person to have access to healthy and nutritious food, in accordance with the right to an appropriate diet and the basic right to not suffer hunger. This right is fulfilled when there is family food security (FFS), and this is considered to exist when all members of families have physical and economic access to sufficient innocuous and nutritious food, with the aim of having an active and healthy lifestyle (FAO, 2010).

Maize is a key crop for México, with an average *per capita* daily consumption of 343 grams, or 72 % of the total grains consumed in the country (FAOSTAT, 2010). The estimated cultivation of maize in México for 2010 was 7.86 million hectares, or 36 % of the total arable land in the country. Of that, 82 % was planted under rainfed conditions and the total volume of production was 24.4 million tons (SIAP, 2010), an insufficient amount to satisfy FFS, which is why it is necessary to improve productivity; this can be accomplished, among other ways, through the application of MP-I.

MP-I is a methodological proposition that has the purpose of choosing the best combination of radical and progressive innovations applied to maize production at the local level, in order to improve agricultural productivity and FFS. MP-I identifies higher-yielding producers and the technological pattern that they apply to maize management, so that it may be transferred to those producers with lower yields, in order to reduce the technological asymmetries there are between them.

The generation and transfer of radical innovations are linked to the productivity paradigm rooted in the Green Revolution. It comprises the use of several components (irrigation, agrochemicals, etc.) systematized in technological packages that allow taking advantage of the productivity of improved materials (FAO, 1996). In the evolution of this paradigm, various entities have intervened: the Office of Special Studies (1943: *Oficina de Estudios Especiales*, OEE), the Institute of Agricultural Research (1947: *Instituto de Investigaciones Agrícolas*, IIA), the National Institute of Agricultural Research (1960:

donde se fusionaron la OEE y el IIA, y el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) que nace en 1985 de la unión del INIA y los institutos nacionales de investigaciones pecuarias y forestales. Actualmente es la agencia que atiende las demandas de productores y cadenas agroindustriales en investigación agropecuaria (INIFAP, 2003). Por su parte, la generación y difusión de tecnologías progresivas, tiene una historia milenaria y ha sido auspiciado por una base social amplia que incluye a campesinos, académicos, organizaciones científicas, e incluso a algunos técnicos del INIFAP.

En este trabajo se expone el MP-I validado con productores de temporal de Cohetzala, Puebla, suponiendo que en un territorio concreto coexisten maiceros que se diferencian entre sí por la forma en que manejan el maíz y por su potencial productivo, originado por el desigual acceso que tienen los productores a las condiciones generales y concretas que participan en dicho manejo.

## MANEJO DE MAÍZ Y SEGURIDAD ALIMENTARIA

Al analizar la SAF en el marco de la unidad campesina, Warman (2001) afirma que una familia campesina de cinco miembros consume, en promedio, cerca de 2500 Kg de maíz al año. Por tanto, la SA de cada uno de los miembros de la familia se garantizará cuando se cosechen al menos 500 kg *per cápita* por año.

La relevancia del maíz se evidencia al estimar la vocación productiva de cada estado respecto al país, mediante el Coeficiente de Localización (CL)<sup>6</sup> (Boisier, 1980). Los datos estimados<sup>7</sup> se muestran en el Cuadro 1, y se observa que 15 entidades manifestaron vocación productiva en maíz, de los cuales siete son clasificados de medio a muy bajo rezago social, y ocho de alto a muy alto rezago social. Estos 15 estados concentraron 80 % del área total y aportaron 91 % del volumen total de la producción; las entidades de medio a muy bajo rezago social aportaron 31 y 47 % del área y el volumen de producción total, respectivamente. Las entidades de muy alto a alto rezago social concentraron 55 % del total del área cultivada y aportaron 52 % del total de la producción de maíz. Las cinco entidades que históricamente han presentado el mayor rezago social participaron con 44 % del área cultivada y 39 % del volumen de producción.

*Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas*, INIA) in which the OEE and the IIA were merged, and the National Institute of Research in Forestry, Agriculture and Livestock (*Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias*, INIFAP) which emerged in 1985 from the joining of the INIA and the national livestock and forestry research institutes. Today it is the agency that attends to the demands of producers and agro-industrial chains for agriculture and livestock research (INIFAP, 2003). In its turn, the generation and promotion of progressive technologies has a millenary history and has been backed by a broad social base that includes farmers, researchers, scientific organizations, and even some INIFAP technicians.

In this study, we present the MP-I as validated through seasonal producers from Cohetzala, Puebla, assuming that diverse maize producers coexist within a concrete territory, differing from each other in the way they manage maize as well as in their productive potential, which stems from the unequal access that the producers have to the general and particular conditions that apply to this management.

## MAIZE MANAGEMENT AND FOOD SECURITY

After analyzing FFS in terms of peasant unity, Warman (2001) asserts that a farming family of five members consumes, on average, close to 2500 Kg of maize per year. Therefore, the food security of every family member would be guaranteed when at least 500 kg are harvested per capita per year.

The relevance of maize is made evident when the productive aptitude of each state of the country is estimated through the Localization Coefficient (*Coeficiente de Localización*, CL)<sup>6</sup> (Boisier, 1980). The estimated data<sup>7</sup> are shown in Table 1, where it can be observed that 15 entities have manifested productive vocation in maize, of which seven are classified as medium to very low social backwardness, and eight as high to very high social backwardness. These 15 states concentrated 80 % of the total area and contributed 91 % of the total volume of production; the entities with low to very low social backwardness contributed 31 and 47 % of the area and the total production volume, respectively. The entities with very high to high social backwardness concentrated 55 % of the total area cultivated and contributed 52 % of the total maize production. The five entities that have historically presented the

**Cuadro 1. Área sembrada (ha), coeficiente de localización (CL), rendimiento ( $t\ ha^{-1}$ ), volumen de producción (t) y rezago social (RS) en entidades del país con vocación productiva en maíz.**
**Table 1. Area sown (ha), localization coefficient (CL), yield ( $t\ ha^{-1}$ ), production volume (t) and social backwardness (RS) in states of the country with maize production vocation.**

Entidad	Superficie sembrada	CL	Rendimiento	Volumen de producción	Rezago social	Núm. RS
Campeche	154 770	1.80	2.53	379 021	A	10
Chiapas	689 022	1.40	2.01	1 360 004	MA	3
Guanajuato	284 116	1.10	1.51	272 349	M	11
Guerrero	443 780	1.50	2.97	1 2834 83	MA	1
Hidalgo	193 251	1.20	1.34	214 116	A	7
Jalisco	565 734	1.10	5.84	3 086 248	MB	25
México	463 592	1.80	2.65	1 179 508	B	19
Michoacán	376 191	1.20	2.74	1 013 530	A	6
Oaxaca	560 106	1.20	1.11	565 006	MA	2
Puebla	557 345	1.70	1.61	837 791	A	5
Querétaro	93 932	1.90	1.24	97 822	B	18
Q. Roo	68 341	1.70	0.79	51 899	B	20
Sinaloa	35 148	1.20	1.04	28 664	B	22
Tlaxcala	103 886	1.40	2.35	243 016	M	13
Veracruz	571 031	1.10	1.89	950 549	A	4
Nacional	6 435 548	1.00	2.21	12 678 901		

Rezago social (MA=Muy alto; A=Alto; B=Bajo; MB= Muy bajo). ♦ Social backwardness (MA=Very high; A=High; B=Low; MB=Very low).

Fuente: elaboración propia con datos del SIAP, 2010 y CONEVAL, 2010. ♦ Source: authors' elaboration with data from SIAP, 2010 and CONEVAL, 2010.

Estos datos muestran que en la medida que prevalece el rezago social, los productores prefieren sembrar maíz porque es un bien crucial para asegurar su SAF.

El rendimiento promedio de maíz en México es bajo ( $3210\ kg\ ha^{-1}$ ), siendo menores en temporal ( $2210\ kg\ ha^{-1}$ ) (SIAP, 2010). Por tanto, para alcanzar la SAF es forzoso incrementar el potencial productivo.

El INIFAP ha estudiado el potencial productivo de maíz en México desde 1963. Hasta antes de 2000, este concepto se refería a la evolución de las áreas, la calidad de tierra de labor sembrada bajo riego y temporal y al avance del conocimiento público. Se definía como el promedio de varios años de producción nacional de maíz si el área sembrada fuera tratada con la tecnología pública disponible. Este ejercicio era una guía para impulsar programas de transferencia de tecnología. En la actualidad también se toma en cuenta a las tierras de labor de ocho estados del sur-sureste factibles de ser irrigadas y que se siembran con maíz bajo temporal, y se contabiliza una parte de las tierras con vocación agrícola que se

greater social backwardness participated with 44 % of the cultivated area and 39 % of the production volume.

These data show that as long as social backwardness prevails, producers will prefer to sow maize because it is a crucial asset in ensuring their FFS.

The average yield of maize in México is low ( $3210\ kg\ ha^{-1}$ ), and lower in rainfed systems ( $2210\ kg\ ha^{-1}$ ) (SIAP, 2010). Thus, in order to reach FFS it is mandatory to increase the productive potential.

The INIFAP has studied the productive potential of maize in México since 1963. Up until 2000, this concept referred to the evolution of areas, the quality of the arable land sown under irrigation and rainfed conditions, and the advancement of public knowledge. It was defined as the average of several years of national maize production if the area cultivated was treated with the publicly available technology. This exercise was a guide for launching technology transference programs. Presently, the arable lands of eight south-southeast states suitable for irrigation and planted with rainfed maize are



manaja bajo el sistema de ganadería extensiva. (Turrent, 2009; Turrent *et al.*, 2012). Gordillo y Lewin (2002), infieren que los agricultores con predios más grandes poseen un potencial competitivo mayor, por la probabilidad de tener un activo estratégico como el riego, permitiéndoles cultivar una mayor superficie de tierra y ocuparla durante todo el año, y no sólo en la temporada de lluvias.

En este trabajo se considera que el potencial productivo es un atributo que resulta de la forma en como los productores manejan el maíz, donde concurren dos tipos de condiciones de producción: a) las generales, que pueden ser endógenas (clima, flora, fauna, etcétera) y exógenas (programas públicos de fomento agrícola y rasgos del territorio y unidad familiar, etcétera) inmodificables en el corto y mediano plazo, y b) concretas, referidos a los factores que participan de forma directa en la producción (tierra, capital, tecnología, conocimientos y destrezas de los productores). La forma en cómo el productor combina y usa estos recursos durante el ciclo productivo, explica la forma concreta de cómo se maneja el maíz. Con este fin el productor ejecuta varias tareas (siembra, labores de cultivo, etcétera) hechas sucesivamente a nivel de campo, utilizando técnicas e insumos convencionales (híbridos, agroquímicos, etcétera) o tradicionales (semillas criollas, asociación de cultivos, etcétera) o un sincretismo cuando utiliza una y otra tecnología indistintamente.

En el Cuadro 2 se muestra la disponibilidad que tienen los productores a ciertos componentes tecnológicos que aplican en el manejo de cultivos.

En estos datos se advierte que los productores situados en las entidades federativas con mayor rezago social tienen menor acceso a los agroquímicos y a la tracción mecánica. En este último caso, resalta que un alto porcentaje utiliza herramientas manuales, lo que está relacionado con el tamaño del predio y con su calidad. Esto supone que los productores cultivan suelos degradados y con mucha pendiente, lo que impide el uso de la maquinaria agrícola y muchas veces incluso de la yunta.

## ASPECTOS METODOLÓGICOS

### Descripción de la zona de estudio

Cohetzala se sitúa al suroeste del estado de Puebla entre los paralelos 19°57'00" y 20°05'18" N, y los

also taken into account, and part of the lands with agricultural vocation that are managed under an extensive livestock system are also included (Turrent, 2009; Turrent *et al.*, 2012). Gordillo and Lewin (2002) infer that farmers with larger lands possess greater competitive potential due to the probability of having a strategic asset such as irrigation, which allows them to cultivate a larger surface area of land and to occupy it throughout the year and not only during the rainy season.

In this study, the productive potential is considered to be an attribute that results from the way in which the producers manage maize, where two types of production conditions coincide: a) general conditions, which can be endogenous (climate, flora, fauna, etc.) and exogenous (public programs for promotion of agriculture, characteristics of the territory and family unity, etc.), unalterable in the short and long term, and b) concrete, which refer to the factors that participate directly in production (soil, capital, technology, producer knowledge and skills). The manner in which the producer combines and utilizes these resources during the productive cycle explains the concrete way in which maize is managed. To this end, the producer executes several tasks (sowing, cultivation tasks, etc.) performed in succession on the field, using conventional techniques and inputs (hybrids, agrochemicals, etc.) or traditional (Creole seeds, crop association, etc.), or syncretism in the case where more than one technology are used indistinctly.

Table 2 shows the willingness that producers have towards using certain technological components employed in the crop management.

Through these data it can be noticed that producers located in federal entities with greater social backwardness have less access to agrochemicals and mechanical traction. In this last case, it stands out that a high percentage uses manual tools, which is in turn related to the size and quality of the land. This suggests that the producers cultivate degraded soils with a steep slope, which prevents the use of agricultural machinery and often even yoked animals.

## METHODOLOGICAL ASPECTS

### Description of study zone

Cohetzala is located in the southeast of the state of Puebla between parallels 19°57'00" and

**Cuadro 2. Unidades de producción (UP) y empleo de herramientas manuales (HM), Área agrícola total (AAT) y porcentaje de uso de semillas mejoradas (SM), fertilizantes (F), herbicidas (H) e insecticidas (I) y área promedio sembrada con maíz (APSM), por entidad federativa.**

**Table 2. Production units (UP) and use of manual tools (HM), Total agricultural area (AAT) and percentage of use of improved seeds (SM), fertilizers (F), herbicides (H) and insecticides (I), and average area sown with maize (APSM), per state.**

Entidad	UP	HM*	AAT	SM**	F**	H**	I**	APSM
Campeche	36 504	54	817 956	10	13	13	5	8.4
Chiapas	381 101	74	2 200 156	4	10	9	7	2.8
Guanajuato	145 932	2	1 030 730	37	54	47	33	4.1
Guerrero	261 087	49	1 615 258	6	14	8	5	2.3
Hidalgo	191 045	35	587 597	14	21	18	8	1.8
Jalisco	118 857	21	1 694 487	22	39	35	27	7.0
México	323 915	11	710 422	7	51	31	9	1.6
Michoacán	179 667	19	1 422 771	12	34	21	15	4.1
Oaxaca	327 895	41	1 653 708	2	14	4	2	1.9
Puebla	359 563	24	1 011 643	8	47	21	10	1.9
Querétaro	43 175	8	237 031	12	34	30	14	3.2
Quintana Roo	24 549	86	373 719	2	7	5	2	6.2
Sinaloa	67 636	7	1 335 555	41	45	32	34	11.0
Tlaxcala	70 493	1	205 149	19	84	61	17	1.9
Veracruz	399 878	60	2 644 988	4	17	13	7	2.1
Nacional	3 755 044	34	29 902 091	14	26	19	12	3.1

\*Porcentaje del número total de unidades productivas (Censo Agropecuario). ♦ Percentage of the total number of productive units (Agricultural Census). \*\*Porcentaje de la superficie agrícola total (Censo Agropecuario). ♦ Percentage of total agricultural surface (Agricultural Census).

Fuente: elaboración propia con datos del Censo Agropecuario y Forestal (2007) proporcionados por el SIAP (2012). ♦ Source: authors' elaboration with data from the *Censo Agropecuario y Forestal* (2007) provided by SIAP (2012).

meridianos 97°24'36" y 97°34'54" O. Colinda al norte con los municipios de Huehuetlán el Chico y Jolalpan, al sur con Xicotlán, Ixcamilpa de Guerrero y el estado de Guerrero, al poniente con el estado de Guerrero y al oeste con Chiautla de Tapia. El clima de Cohetzala es semiseco muy cálido con lluvias en verano y los suelos predominantes son los regosoles, que se caracterizan por ser poco evolucionados; poseen textura arenosa y pequeños fragmentos de roca como el material madre del cual se origina. Se cultivan 1308 ha, 95 % de temporal siendo el maíz el principal cultivo, ya que cubre 98.5 % del área total sembrada (SIAP, 2010).

La metodología empleada en la investigación tuvo cuatro etapas:

#### Cálculo del ISA en maíz.

Permitió cuantificar si la familia de los maiceros poseen o no SA. Para su cálculo se utilizó la siguiente expresión matemática:

20°05'18" N, and meridians 97°24'36" and 97°34'54" W. It borders to the north with the municipalities of Huehuetlán el Chico and Jolalpan, to the south with Xicotlán, Ixcamilpa de Guerrero, and the state of Guerrero, to the west with the state of Guerrero and to the east with Chiautla de Tapia. Cohetzala's climate is semiarid and very warm with summer rains, and the predominant soil types are Regosols, characterized by weak development; they have a sandy texture with small rock fragments like the mother material from which they originate. In this area 1308 ha are cultivated, being 95 % rainfed and maize as the main crop, since it covers 98.5 % of the total planted area (SIAP, 2010).

The methodology use for the research had four stages:

#### Calculation of food security index (FSI) for maize

It allowed quantifying whether or not the maize producer's family possesses food security.

$$ISA = \frac{(R)(SS) / NMF}{500 *}$$

donde:

R=rendimiento de maíz en kg/ha.

SS=superficie sembrada (ha).

NMF=número de miembros en la familia del productor.

\*Factor que equivale a 500 kg de maíz/año.

Si el valor de ISA < 1: no existe SAF; pero si ISA ≥ 1: se cuenta con SAF.

### Tamaño de muestra y aplicación de una encuesta

- a) Para calcular el tamaño de la muestra se tomó como base a los productores registrados en el Programa de Apoyos Directos al Campo (PROCAMPO), grupo integrado por 217 personas. La encuesta se aplicó a una muestra simple aleatoria de productores, resultando una muestra de 60. Se aplicó un cuestionario mediante el cual se recolectó, sistematizó y analizó la mayoría de la información utilizada en esta investigación.

### Cálculo del IATR, GETP y tipología de productores según el IATR y el GETP

- a) Estimación del IATR. Mediante este índice se evaluó el empleo de tecnologías radicales generadas por el INIFAP, expuestas en un paquete tecnológico. Para calcular el IATR se usó el procedimiento y la expresión matemática propuesta por Damián *et al.*, (2007).
- b) Cálculo del GETP. El GETP estimó la aplicación de tecnologías progresivas en el manejo del maíz. Para medirlo se consideró el uso de insumos y las prácticas agrícolas siguientes: semilla criolla, asociación y rotación de cultivos, técnicas de conservación de suelo y estiércol, otorgándole a cada una de ellas un valor de 20 unidades. Para estimar el GETP se aplicó la metodología y la ecuación propuesta por Damián *et al.*, (2011).
- c) Tipología de productores. Se construyeron dos tipos de tipologías de productores referidos, respectivamente, a los resultados obtenidos a los valores del IATR y el GETP clasificándose cada uno en tres grupos: a) bajo (≤33.33); b) medio (33.34-66.66); y c) alto (>66.66).

Its calculation utilized the following mathematical formula:

$$ISA = \frac{(R)(SS) / NMF}{500 *}$$

where:

R = maize yield in kg/ha

SS = surface area sown (ha)

NMF = number of members in producer's family

\*Factor equivalent to 500 kg of maize/year

If the value of FSI < 1: is not existent FFS; but if FSI ≥ 1: FFS is present.

### Sample size and survey application

- a) To calculate the sample size, the basis was producers registered in the Directo Field Support Program (*Programa de Apoyos Directos al Campo*, PROCAMPO), a group integrated by 217 people. The survey was applied to a simple random sample of producers, resulting in a sample of 60. A questionnaire was given through which the majority of the information used in this research was collected, systematized and analyzed.

### Calculation of IATR, GETP, and typology of producers according to IATR and GETP

- a) Estimating the Radical Technology Appropriation Index (IATR). With this index the use of radical technologies generated by INIFAP, presented in a technology package, was evaluated. The IATR was calculated using the mathematical formula and procedure proposed by Damián *et al.* (2007).
- b) Calculation of the Degree of Employment in Progressive Technologies (GETP). The GETP estimated the application of progressive technologies in maize management. To measure it, the use of the following inputs and agricultural practices were considered: Creole seeds, crop association and rotation, and soil and manure conservation techniques, giving each one a value of 20 units. The GETP was estimated using the methodology and formula proposed by Damián *et al.* (2011).
- c) Producer typology. Two types of producer typologies were constructed referring, respectively, to the results obtained from the IATR and GETP



### Método productor-innovador. Se basó en:

- La identificación de maiceros según su potencial productivo. Con este fin se calculó la diferencia entre los rendimientos menor y mayor obtenidos por los productores encuestados; esta diferencia se dividió entre tres y el cociente derivado se sumó a los rendimientos menores para construir tres rangos de productores: bajo, medio y alto rendimiento.
- Propuesta de patrón tecnológico a nivel local; donde se caracterizó el patrón tecnológico y tipos de productores según su potencial productivo.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Seguridad alimentaria familiar en maíz

La estructura demográfica de los maiceros fue de 328 personas. Al estimar la SAF (Cuadro 3) se encontró que la mayoría de los maiceros carecen de SAF y que en promedio tiene un déficit *per cápita* de 183 kg de maíz/año; que cada persona con SA produce un excedente de 109 kg/año y los que no cuentan con ella, tienen un déficit de 229 kg de maíz, debiendo adquirir 46 % del que consumen.

### EVALUACIÓN DE TECNOLOGÍAS

#### Innovaciones radicales, manejo de maíz y rendimientos

Las innovaciones propuestas por el INIFAP para el municipio de Cohetzala se exponen en el Cuadro 4.

Al calcular el IATR (Cuadro 5) se encontró que el uso de innovaciones radicales es bajo y diferenciado, aplicándose en promedio cerca de una cuarta parte

values, each classified in three groups: *a)* low ( $\leq 33.33$ ); *b)* medium (33.34-66.66); and *c)* high ( $> 66.66$ ).

### Producer-innovator method. It was based on:

- Identification of maize producers according to their productive potential. To this end, the difference between least and highest yields obtained by the producers surveyed, was calculated; this difference was divided by three and the derived quotient was added to the lower yields, to construct three producer ranges: low, medium, and high yielding.
- Proposal of technological pattern at the local level; the technological model and types of producers were characterized according to their productive potential.

## RESULTS AND DISCUSSION

### Family food security from maize

The demographic structure of maize producers was of 328 people. After estimating the FFS (Table 3) it was found that the majority of the maize producers lack FFS and that they have an average deficit *per capita* of 183 kg of maize/year; that every person with food security produces a surplus of 109 kg/year and that those who do not possess it have a deficit of 229 kg of maize, having to acquire 46 % of what they consume.

### EVALUATION OF TECHNOLOGIES

#### Radical innovation, handling of maize, and yield

The innovations proposed by the INIFAP for the municipality of Cohetzala are presented in Table 4.

**Cuadro 3. Rendimiento promedio ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) y volumen de producción (kg) de los productores con y sin SAF de Cohetzala, Puebla, México.**

**Table 3. Average yield ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) and production volume (kg) of producers with and without FFS in Cohetzala, Puebla, México.**

Indicador	CSAF		SSAF		Promedio municipal	
	Número	%	Número	%	Número	%
ISA	1.46		0.54		0.68	
Productores	9.00	15	51.00	85	60.00	100
Rendimiento	894.00		719.00		746.00	
Volumen de producción	27 400.00	26	76 720.00	74	104 120.00	100

Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de la encuesta, 2009. ♦ Source: authors' elaboration with data obtained from the survey, 2009.

**Cuadro 4. Paquete tecnológico recomendado por el INIFAP para el manejo de maíz en Cohetzala, Puebla, México.**  
**Table 4. Technological package recommended by INIFAP for maize management in Cohetzala, Puebla, México.**

Práctica/Innovación	Recomendación
Fecha de siembra	Entre marzo-mayo
Tipo de semilla	H-137, H-139, H-34, H-30, H-33, H-40, H-48, H-50, H-311, H-516, H-515, VS-536, H-507, H-509, V-524, VS-529 y VS-22
Densidad de plantas/ha	50-60 mil plantas
Fórmula de fertilización	120-60-00; 100-50-00; 180-80-60
Fecha de fertilización	Se aplica en la siembra y segunda labor
Nombre y dosis de herbicida/ha	Gesaprim 50 (1 kg); 500 FW (1.5 Lt); Gesaprim 50 (1 kg) y Hierbamina (1Lt); (1 kg); Basagrán 480 (0.5 Lt); Marvel (1 Lt); Fitoamina 2.4 D (1 Lt), Hierbamina 2.4 D (1 Lt); Esterón 2.4 D (1 Lt).
Nombre y dosis de insecticida/ha	Volatón al 2.5 % (25 kg); Volatón 5 % (12 kg); Furadan 5 % (12 kg); Folimat 1000 (0.5 Lt); Parathión metílico 50 % (1 Lt); Malathión (1 Lt); Sevín 80 (1 kg); Sevín 80 % P H (1 kg); Malathión 1000 E (1 Lt); Diazinón 25 % (1 Lt).

Fuente: INIFAP, 2009. ♦ Source: INIFAP, 2009.

de las innovaciones recomendadas; que no hay correlación significativa entre el empleo de estas tecnologías y el rendimiento ( $n=144$ ,  $r=0.0155$ ,  $p=0.8789$ ), y que no hay diferencia estadística significativa entre las medias del rendimiento de los maiceros de baja y media apropiación ( $t=-0.6930$ ,  $p=0.4900$ ), aun cuando en promedio los segundos usaron 15.2 unidades más de innovaciones radicales.

El bajo uso de estas innovaciones se explica porque el INIFAP asigna demasiada importancia a los factores edafo-climáticos eludiendo el acceso que el maicero tiene a otras condiciones generales y concretas de producción; propone un patrón tecnológico basado en tecnologías, prácticas e insumos que regularmente no han utilizado los productores; además, el alto costo de las innovaciones lo pone fuera del alcance de la economía del productor con una remuneración media anual de 3700 pesos (Escalante, 2006). Parte del supuesto de que los maiceros son incapaces de crear tecnologías en el corto plazo, eludiendo que

After calculating the IATR (Table 5) it was found that the use of radical innovations is low and differentiated, where close to a fourth of the innovations recommended were put into practice; that there is no significant correlation between the use of these technologies and yield ( $n=144$ ,  $r=0.0155$ ,  $p=0.8789$ ); and that there is no significant statistical difference between the means of the low and medium appropriation maize producer's yield ( $t=-0.6930$ ,  $p=0.4900$ ), even when the latter used 15.2 units more of radical innovations in average.

The low use of these innovations can be explained by the excessive importance given by INIFAP to soil-climate factors, avoiding the access of maize producers to other general and particular production conditions; the organization proposes a technological pattern based on technologies, practices, and inputs that have not been regularly utilized by producers; in addition, the high cost of innovations places them out of reach of the economy of a producer who earns

**Cuadro 5. Número de productores, IATR y rendimiento ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) por tipo de productores de Cohetzala, Puebla, México.**  
**Table 5. Number of producers, IATR and yield ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) per type of producer in Cohetzala, Puebla, México.**

Indicador	Baja		Media		Promedio municipal	
	Número	%	Número	%	Número	%
Productores	42.0	70.0	18.0	30	60	100
IATR	22.1		37.3		26.7	
Rendimiento*	745.0 a		748.0 a		746.0	

\*Letras iguales en las medias de rendimiento, indica que no hay diferencia estadística significativa entre ellas (Prueba t de Student). ♦ Equal letters in yield means indicate that there is no statistically significant difference between them (Student t Test).

Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de la encuesta, 2009. ♦ Source: authors' elaboration with data obtained from the survey, 2009.

**Cuadro 6. Número de productores, GETP y rendimiento promedio (kg ha<sup>-1</sup>) por tipo de productores de Cohetzala, Puebla, México.**
**Table 6. Number of producers, GETP and average yield (kg ha<sup>-1</sup>) per type of producer in Cohetzala, Puebla, México.**

Indicador	Media		Alta		Promedio municipal	
	Número	%	Número	%	Número	%
Productores	35	58	25	42	60	100
GETP	57.7		83.2		68.3	
Rendimiento*	695.0 a		816.0 b		746.0	

\*Letras distintas en las medias de rendimiento, indica que hay diferencia estadística significativa entre ellas (Prueba t de Student). ♦ Different letters in yield means indicate that there is a statistically significant difference between them (Student t Test).

Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de la encuesta, 2009. ♦ Source: authors' elaboration with data obtained from the survey, 2009.

desde hace varios milenios han utilizado innovaciones progresivas en el manejo de maíz (Koochafkan, 2010).

Al no cumplirse estos supuestos, el paquete tecnológico recomendado por el INIFAP no se adecua al contexto en el que viven y producen los productores.

### **Innovaciones progresivas, manejo de maíz y rendimientos**

El manejo de maíz en temporal se ha basado en el uso de innovaciones radicales y progresivas. Durante milenios, los productores han innovado el manejo del maíz al seleccionar, mejorar y transmitir a las siguientes generaciones por medios orales y la experiencia nuevas tecnologías, prácticas o productos, que han sido los más útiles y adaptados a su ambiente y condiciones de vida. No obstante, estos sistemas agrícolas están situados en un tiempo anterior del desarrollo histórico que, dentro del imaginario del progreso, enfatiza su inferioridad respecto al conocimiento de expertos entrenados en la tradición occidental (Lander, 2000).

Este descrédito no tiene soporte científico. Los datos empíricos hallados (Cuadros 4 y 5) muestran que en el manejo de maíz interaccionan tecnologías radicales y progresivas, predominando las segundas, expresado por el valor del GETP que, en promedio, fue 41.6 unidades mayor que el IATR. Además, se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los promedios del rendimiento de los productores de medio y alto GETP ( $t=2.8103$ ,  $p=0.0064$ ).

La eficiencia de las innovaciones progresivas se debe al uso de prácticas agrícolas que son más adecuadas a los ambientes en que siembran los maiceros. Además son más intensivas, ya que crean complementariedades y sinergias entre los recursos que

anualmente un promedio de 3700 pesos (Escalante, 2006). This stems from the assumption that maize producers are incapable of creating technologies in the short term, eluding the fact that for thousands of years they have used progressive innovation in maize management.

Since these assumptions are not fulfilled, the technological package recommended by the INIFAP does not adapt to the context in which these producers live and work.

### **Progressive innovation, maize management and yields**

Seasonal maize management has been based on the use of radical and progressive innovations. For millennia, producers have innovated the way they manage maize through selection and improvement, and by transmitting orally and empirically to new generations the experience of new technologies, practices or products that have been the most useful and adaptable to their environment and conditions of life. However, these agricultural systems are situated in an earlier time of historical development which, within the imaginary of progress, emphasizes their inferiority with regards to the knowledge of trained experts in the western tradition (Lander, 2000).

This disrepute does not have scientific backing. Empirical data found (Tables 4 and 5) reveal that radical and progressive technologies interact in maize management, with the latter predominating, expressed by the GETP value that, on average, was 41.6 units greater than the IATR. In addition, significant statistical differences were found between the yield averages of producers of low and high GETP ( $t=2.8103$ ,  $p=0.0064$ ).

The efficiency of progressive innovations is due to the use of agricultural practices that are more

participan en el manejo. Dentro de estas prácticas destacan:

1. La conservación de suelos y agua, efectuada por 23 % de los productores, evita la pérdida de nutrientes y agua, esenciales para la nutrición de las plantas.
2. La asociación de cultivos, aplicada por 97 % de los maiceros, articula varios componentes del agroecosistema (cultivos, suelos, plantas, animales) y crea sinergias que potencian el rendimiento de los recursos naturales cuyo costo para el productor tiende a cero (energía solar, aire, nitrógeno, carbono). Por ejemplo, el agrupamiento de plantas (maíz-leguminosas-calabaza) con diversa eficiencia energética y sistemas radicales, usa con mayor eficacia la energía solar, los nutrientes y el agua; mejora la relación suelo-planta-fauna-ambiente, ya que las leguminosas fijan nitrógeno atmosférico que es utilizado por el maíz, y promueve la biodiversidad, creando cadenas y tramas tróficas que regulan el crecimiento de las plagas (Altieri, 1991).
3. La rotación de cultivos, realizada por 37 % de los productores, reduce problemas de plagas, enfermedades y de erosión edáfica y aumenta el nivel de nitrógeno disponible en el suelo (Ball *et al.*, 2005).
4. La relación agricultura-ganadería provee de estiércol, que mejora la estructura, la textura y la fertilidad física, química y biológica del suelo; aumenta la aireación, penetración y retención de agua; estimula el desarrollo de microorganismos benéficos para la planta, y captura de carbono (Fenton *et al.*, 2011). En promedio se aplicaron 1644 kg de estiércol por hectárea.

La interacción de estas prácticas potencian las sinergias entre suelos, insectos, plantas, animales, microorganismos; el reciclaje de nutrientes y otros residuos; la conservación y regeneración para minimizar las pérdidas en el agroecosistema, y la salud del suelo, con el fin de lograr mayor volumen de producción (González de Molina, 2011).

## EL MÉTODO PRODUCTOR-INNOVADOR

- a) **Identificación de maiceros de altos rendimientos.** Al agrupar a los maiceros por sus rendimientos

adequate for the environments where maize producers cultivate. They are also more intensive, since they create complementarity and synergies between the resources that participate in maize management. Among these practices, the following stand out:

1. The conservation of soils and water, carried out by 23 % of producers, which prevents the loss of nutrients and water essential for the plants' nutrition.
2. Crop association, employed by 97 % of maize producers, which articulates several components of the agro-ecosystem (crops, soils, plants, animals) and creates synergies that strengthen the yield of natural resources, whose cost is usually zero for the producer (solar energy, air, nitrogen, carbon). For example, the grouping of plants (maize-legumes-squash) with diverse energetic efficiency and root systems uses solar energy, nutrients, and water more effectively; it improves the soil-plant-fauna-environment relationship, since legumes fix the atmospheric nitrogen utilized by the maize; and it promotes biodiversity, creating trophic chains and webs that regulate the growth of plagues (Altieri, 1991).
3. Crop rotation, employed by 37 % of producers, which reduces plague problems, disease and edaphic erosion, and increases the level of nitrogen available in the soil (Ball *et al.*, 2005).
4. The agriculture-livestock relationship provides manure, which improves the physical, chemical, and biological structure, texture, and fertility of soil; increases aeration, penetration, and retention of water; stimulates the development of microorganisms beneficial to the plant; and captures carbon (Fenton *et al.*, 2011). On average, 1644 kg of manure were applied per hectare.

The interaction of these practices strengthens: the synergies between soils, insects, animals, and microorganisms; the recycling of nutrients and waste; the conservation and regeneration to minimize losses in the agro-ecosystem; and the health of the soil, with the aim of achieving greater production volume (González de Molina, 2011).

## THE PRODUCER-INNOVATOR METHOD

- a) **Identification of high-yield maize producers.** After grouping the maize producers according

(Cuadro 7), se nota que prácticamente 33 % son tipificados como de altos rendimientos.

Si el rendimiento es una secuela del manejo, el reto siguiente consiste en identificar y caracterizar el patrón tecnológico utilizado por los maiceros de altos rendimientos.

b) **Caracterización de los patrones tecnológicos por tipos de productores.** En el patrón tecnológico usado por tipos de productores en el manejo de maíz se ratifica la relevancia de las innovaciones progresivas (Cuadro 8). Si este patrón se contrasta con el del INIFAP, se advierten las siguientes discrepancias:

1. Las fechas de siembra recomendadas por el instituto son pertinentes para el Altiplano Poblano, pero no para las áreas cálido-secas como Cohetzala, que tiene un ciclo de lluvias que se inicia a fines de junio o principios de julio.
2. El INIFAP recomienda la siembra de híbridos, pero casi todos los productores usaron semillas criollas porque las prefieren para elaborar tortillas, tienen una adaptación milenaria a los

**Cuadro 7. Tipos de productores y rangos de rendimientos (kg ha<sup>-1</sup>) de Cohetzala-Puebla-México.**

**Table 7. Types of producers and yield ranges (kg ha<sup>-1</sup>) in Cohetzala, Puebla, México.**

Tipos de productores	Rango de rendimiento	Número de productores	%
Bajo	400-600	14	23
Medio	601-800	27	45
Alto	> a 800	19	32

Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de la encuesta, 2009. ♦ Source: authors' elaboration with data obtained from the survey, 2009.

to their yields (Table 7), it can be noticed that practically 33 % are classified as high yielding.

If the yield is the result of maize management, the subsequent challenge lies in identifying and characterizing the technological pattern used by the high-yielding maize producers.

b) **Characterization of technological patterns according to types of producers.** The technological pattern used by types of producers for maize management ratifies the relevance of progressive innovation (Table 8). If this pattern

**Cuadro 8. Innovaciones aplicadas en el manejo del maíz por productores de bajos, medios y altos rendimientos de Cohetzala, Puebla, México.**

**Table 8. Innovations applied in maize management by low, medium and high yield producers in Cohetzala, Puebla, México.**

Innovación	Baja		Media		Alta		Total municipal	
	Número	%	Número	%	Número	%	Número	%
Área total sembrada*	29.5	21	61	44	47	34	137.5	100
Conservación suelos*	4.0	14	22	36	11	23	37.0	27
Fecha siembra junio*	19.5	66	29.5	48	20	43	69.0	50
Fecha siembra julio*	10.0	34	31.5	52	27	57	68.5	50
Semilla criolla*	29.5	100	58	95	47	100	134.5	98
Densidad de plantas*	51 282		53 034		50 781		51 911	
Asociación de cultivos*	27.5	93	61	100	47	100	135.5	99
Asoc. con leguminosas	24.5	83	40.5	66	47	100	112	81
Asociación con calabaza	18.5	63	40.5	66	46	98	105	76
Rotación de cultivos*	8.0	27	26.5	46	21	45	55.5	41
Aplicación estiércol (kg)	1434		1677		1775		1644	
Aplicación fertilizantes*	24.5	83	57	93	47	100	128.5	93
Aplicación herbicidas*	8.5	29	11	18	7	15	26.5	19
Aplicación insecticida*	0.0	0	5.5	9	9	19	14.5	11

\* Se refiere al número de hectáreas sembradas con maíz. ♦ Refers to the number of hectares sown with maize.

Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de la encuesta, 2009. ♦ Source: authors' elaboration with data obtained from the survey, 2009.



agroecosistemas locales afectados por sinietros recurrentes, y una productividad estable en el tiempo. Su manejo exige menos inversión y son pilares de la reproducción del ganado, al proveer mayor cantidad y calidad de forraje.

3. El insumo más usado fue el fertilizante, porque en Cohetzala imperan los regosoles, los cuales son de formación incipiente y baja fertilidad. No obstante, las dosis aplicadas son menores a las recomendadas, porque los maiceros también aplicaron estiércol y residuos de cosecha, aprovechándoles como abono orgánico.
4. Otro agroquímico que tiende a ser utilizado por los productores es el herbicida, sustituto de mano de obra. La exclusión de los productores de subsistencia de las políticas públicas en el régimen neoliberal, ha causado la emigración de los jóvenes y la persistencia de campesinos de edad avanzada realizando actividades en el campo. La edad promedio del productor fue de 55.5 años, y de las 328 personas que forman la estructura familiar, 47 % emigraron.
5. El agroquímico menos utilizado fue el insecticida. Herrera *et al.* (2005) refieren que la diversidad y abundancia de la artropodofauna es mayor en policultivos que en monocultivos, lo que promueve el surgimiento de cadenas tróficas y, por tanto, el equilibrio biológico, reduciendo el perjuicio que ocasionan las plagas.
6. Existen tres actividades (conservación de suelos, asociación y rotación de cultivos) y dos insumos (semilla criolla y estiércol) que el INIFAP no recomienda en su patrón tecnológico, aun cuando los maiceros los han usado cotidianamente.

Por otra parte, si se comparan los patrones tecnológicos utilizados por los tipos de maiceros según sus rendimientos se nota que, en general, éstos son sensatamente similares entre sí. No obstante, resalta que los productores de altos rendimientos:

1. Efectuaron ligeramente más rotación de cultivos y aplicaron más estiércol.
2. Respecto a la asociación de cultivos no se observan diferencias cuantitativas sustanciales entre los prototipos de productores, pero sí cualitativas en cuanto a los cultivos asociados. Por ejemplo, 100

is compared with INIFAP's, the following discrepancies are found:

1. The sowing dates recommended by the institute are pertinent for Puebla's High Plateau, but not for warm and arid areas like Cohetzala, which has a rain cycle that begins at the end of June or beginning of July.
2. INIFAP recommends the sowing of hybrids, but almost all producers used Creole seeds because they prefer them for making tortillas, they have a millenary adaptation to local agro-ecosystems affected by recurrent natural disasters, and they have a productivity that is stable in time. Their management demands less of an investment and they are the pillars of livestock reproduction, since they provide higher quantity and quality of fodder.
3. The most-used input item is fertilizer, because in Cohetzala the dominant soil is Regasol, which is of an incipient formation and poor fertility. However, the applied amounts are less than those recommended because maize producers also apply manure and harvest residues, using them as organic compost.
4. Another agrochemical that tends to be utilized by producers is herbicides, as a substitute for labor. The exclusion of subsistence producers from public policies in a Neoliberal regimen has led to the migration of young people and the persistence of farmers of advanced age working in the field. The mean age of the producer was 55.5 years, and out of the 328 people that make up the family structure, 47 % have migrated.
5. The least-used agrochemical was insecticide. Herrera *et al.* (2005) refer that diversity and abundance of arthropod fauna is greater in polyculture than in monoculture, which encourages the emergence of trophic chains and, therefore, of biological equilibrium, thus reducing the harm that pests can cause.
6. There are three activities (soil conservation, crop association and rotation) and two inputs (Creole seed and manure) that the INIFAP does not recommend in its technological pattern, even though maize producers have used them routinely.

y 98 % del área total sembrada por los maiceros de altos rendimientos asociaron, respectivamente, maíz con leguminosas y calabaza. Como se sabe, las leguminosas aportan nitrógeno atmosférico al maíz; por su parte, la calabaza, con su amplio follaje y hábito rastrero, protege al suelo contra la erosión fluvial. Probablemente esta asociación explique, en general, el bajo empleo de técnicas de conservación de suelo en la Mixteca Baja Poblana y, en particular, por parte de los productores de altos rendimientos.

3. En 100 y 98 % del área que sembraron aplicaron, respectivamente, fertilizantes sintéticos e insecticidas. Resalta que el insecticida aplicado fue folidol para combatir a la hormiga arriera (*Atta mexicana*), una de las plagas más nocivas de la región.

En síntesis, los productores de altos rendimientos respecto a los de bajos y medio, aplican innovaciones que promueven complementariedades y sinergias entre los recursos concretos que interactúan en el manejo del maíz, que se expresan en un mayor potencial productivo.

c) **Caracterización de los tipos de productores.** En los datos del Cuadro 9 destaca que los tipos de maiceros tienen condiciones de vida razonablemente similares, pero los de alto rendimiento se caracterizan porque:

1. Tienen en promedio menor edad, accediendo a mayor fuerza de trabajo, debido a que el manejo progresivo del maíz es intensivo en este recurso.
2. Tienen menores ingresos y remesas, resaltando que éstas representan casi la mitad de los ingresos de los maiceros
3. Son más receptivos a la asesoría técnica.
4. Han diversificado sus tareas en el sector primario afines al manejo de maíz y los de bajo rendimiento en los sectores secundario y terciario. Los productores que realizaron sólo tareas referidas al manejo de maíz son los más viejos, con una edad promedio de 66, siendo la principal traba para que ejecuten otras tareas. La pluriactividad ha sido reconocida como una fuente del aumento del ingreso de los hogares (De Janvry y Sadoulet, 2004) y, al mismo

On the other hand, if the technological patterns used by the types of maize producers are compared based on their yields, it is revealed that in general, these are soundly similar to each other. Even so, it stands out that high-yielding producers:

1. Carried out slightly more crop rotation and applied more manure.
2. With regards to crop association, no substantial quantitative differences were observed between the producer prototypes, although qualitative differences were seen in terms of associated crops. For example, 100 and 98 % of the total area sown by high-yield maize producers associated maize with legumes and squash, respectively. As is commonly known, legumes contribute atmospheric nitrogen to maize; squash, for its part, protects the soil against fluvial erosion with its broad foliage and creeping groundcover. This association probably explains, generally, the low usage of soil conservation techniques in Puebla's Mixteca Baja, particularly by the high-yield producers.
3. In 100 and 98 % of the area sown, they applied synthetic fertilizers and insecticides, respectively. It is worth noting that the insecticide applied was folidol, to combat the *arriera* ant (*Atta mexicana*), one of the most harmful pests in the region.

In sum, high-yielding producers, compared to the low and medium ones, apply innovations that promote complementarity and synergies between the particular resources that interact in maize management, which are expressed through a higher productive potential.

c) **Characterization of the types of producers.** Data from Table 9 show that the types of maize producers have reasonably similar living conditions, yet the high-yield producers stand out because:

1. They are younger on average, having access to greater workforce since the progressive management of maize is intensive in this resource.
2. They have less income and remittances, and it stands out that the latter represent almost half of the maize grower's income.

**Cuadro 9. Rasgos socioeconómicos y acceso a recursos productivos por tipos de maiceros según su productividad en Cohetzala-Puebla-México.**

**Table 9. Socioeconomic characteristics and access to productive resources by type of maize producer according to their productivity in Cohetzala, Puebla, México.**

Indicadores	Baja		Media		Alta		Promedio municipal	
	Número	%	Número	%	Número	%	Número	%
Edad promedio	54.8		57.8		52.6		55.5	
Remesas promedio/mes (\$)	230		258		217		238	
Gasto prom/per cápita/mes (\$)	510		519		505		512	
Con asesoría técnica	1	7	2	7	2	11	5	8
Pluriactivos primarios*	6	43	18	67	18	95	42	70
Pluriactivos secundarios**	4	29	4	15	1	5	9	15
Maicero***	4	29	5	19	0	0	9	15
Tractor propio/productor	2	14	3	11	1	5	6	10
Tractor rentado/productor	1	7	0	0	0	0	1	2
Yunta propia/productor	10	71	19	70	16	84	45	75
Yunta rentada/productor	1	7	5	19	2	11	8	13
Ganado mayor (Núm. cabezas)	63	19	166	50	106	32	335	100
Ganado menor (Núm. cabezas)	148	15	492	49	366	36	1006	100

\*Comprende a productores que cultivaron maíz y realizaron otras tareas en ramas económicas del sector primario. ♦ Comprende productores que cultivated maize and carried out other tasks in economic areas of the primary sector. \*\* Ejecutaron otras actividades en los sectores secundario y terciario, además de las dedicadas al cultivo del maíz. ♦ \*\*Executed other activities in the secondary and tertiary sectors, in addition to those devoted to maize cultivation. \*\*\* Incluye a productores que sólo sembraron maíz. ♦ \*\*\*Includes producers that only cultivated maize.

Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de la encuesta, 2009. ♦ Source: authors' elaboration with data obtained from the survey, 2009.

tiempo, como una causa de la reducción de la renta agrícola (Anseeuw and Laurent, 2007) al obstruir las iniciativas, capacidades, la difusión del conocimiento y la sinergia agricultura-ganadería. Es decir, la pluriactividad efectuada en tareas económicas no relacionadas con el manejo de cultivos, puede ocasionar una regresión tecnológica de los productores agrícolas, que se expresa en un manejo inadecuado de maíz y bajos rendimientos.

5. Tienen menos acceso a maquinaria agrícola, utilizan más la yunta y poseen 35 % de ganado, salvaguardando la relación agricultura-ganadería, generadora de potentes sinergias en el manejo de maíz.

Los datos del Cuadro 9 analizados desde otro ángulo, acentúan la relevancia social de la aplicación urgente del método productor-innovador.

1. Todos los maiceros viven en pobreza alimentaria, porque su ingreso *per cápita* medio mensual es

3. They are more receptive to technical advice.
4. They have diversified their work in the primary sector related to maize management, while low-yield producers in the secondary and tertiary sectors. The producers that performed only tasks related to maize handling are older, with an average age of 66, that being the main obstacle to executing other tasks. Multi-activity has been recognized as a source of increased household income (De Janvry and Sadoulet, 2004) and, simultaneously, as a cause for the reduction of agricultural rent (Anseeuw and Laurent, 2007) by obstructing initiatives, capabilities, spreading of knowledge, and agriculture-livestock synergy. That is, multi-activity present in economic tasks unrelated to crop management can trigger a technological regression of agricultural producers, expressed through an inadequate handling of maize and low yields.

5. They have less access to agricultural machinery, utilizing instead yoked animals, and they

menor a 707 pesos. Para el CONEVAL (2010), cualquier ingreso inferior a esa cantidad es insuficiente para adquirir la canasta alimentaria.

2. Por el tamaño su predio todos los maiceros son tipificados como minifundistas extremos, al sembrar áreas menores de cinco hectáreas (Artís, 1997).

Otros datos de la encuesta indican que la mayoría de los productores son de subsistencia, ya que destinan el maíz cosechado al autoconsumo. Sólo 18 % obtienen excedentes de maíz que venden en los mercados local o regional.

### Propuesta de política pública

La aplicación del método productor-innovador es cuestión de política pública. Ésta se debe basar en promover la transferencia del patrón tecnológico aplicado por los productores de alto rendimiento a los de menor rendimiento. Esta propuesta resulta viable de ejecutarse porque:

1. Existe el programa institucional Modernización Sustentable de la Agricultura Tradicional, creado en abril de 2011 para rescatar y mejorar el manejo, productividad y sustentabilidad de los productores de granos básicos (DOF, 2010).
2. Los gobiernos de las entidades cuentan con estaciones de radio y televisión, que ya han sido usadas con éxito para transferir tecnologías. Además, tienen los recursos humanos e infraestructura para diseñar y ejecutar este método.
3. Los productores conocen y han manejado el patrón tecnológico de los maiceros de alto rendimiento.
4. El deterioro de la sinergia agricultura-ganadería y la pérdida de estiércol, es una enorme oportunidad para promover el uso de desechos orgánicos como abonos.

Según la SEDESOL (2010) en 2009 generamos 20 millones de toneladas de basura orgánica. Como se sabe, 20 % del peso original de esta basura se transfigura en composta después de un proceso que dura entre tres y cuatro meses, pudiéndose producir 12 millones de toneladas de abono por año. Si éste se distribuye proporcionalmente entre los 6.4 millones de hectáreas de temporal sembradas con maíz, se

own 35 % livestock, thus safeguarding the agriculture-livestock relationship that generates potent synergies in maize management.

Data from Table 9, when analyzed from another angle, accentuate the social relevance of the urgent application of the producer-innovator method.

1. All maize producers live in food poverty because their *per capita* mean income is less than 707 pesos. For the CONEVAL (2010), any income less than this amount is insufficient to purchase the basic food basket.
2. Due to the size of their land plots, all maize producers are typified as extreme smallholders, as they sow areas of less than five hectares (Artís, 1997).

Other data from the survey indicate that the majority of producers are subsistence farmers, since they destine harvested maize to personal consumption. Only 18 % obtain maize surpluses, which they sell in local or regional markets.

### Public policy proposal

The application of the producer-innovator method is a question of public policy. Policy should focus on promoting the transfer of the technological pattern applied by high-yielding producers to those of lower yields. This proposal is viable for implementation because:

1. The institutional program for Sustainable Modernization of Traditional Agriculture exists as of April of 2011, to rescue and improve the management, productivity, and sustainability of staple grain producers (DOF, 2010).
2. The state governments have radio and television stations that have already been used successfully to transfer technologies. In addition, they have the human resources and infrastructure to design and execute this method.
3. The producers understand and have managed the technological pattern of high-yield maize producers.
4. The deterioration of the agriculture-livestock synergy and loss of manure is a vast opportunity to promote the use of organic waste such as compost.

**Cuadro 10. Rendimiento (kg ha<sup>-1</sup>) y volumen de producción (kg) potencial de los productores con y sin SAF de Cohetzala, Puebla, México.**

**Table 10. Yield (kg ha<sup>-1</sup>) and potential production volume (kg) of producers with and without FFS in Cohetzala, Puebla, México.**

Indicador	CSAF		SSAF		Promedio municipal	
	Número	%	Número	%	Número	%
ISA	1.4		0.62		0.83	
Productores	16.0	27	44.00	73	60.00	100
Rendimiento	960		919		930	
Volumen producción	52 903	41	75 275	59	128 178	100

Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de la encuesta, 2009. ♦ Source: authors' elaboration with data obtained from the survey, 2009.

aplicarían casi 2 toneladas de abono orgánico/hectárea/año. Además, la fabricación de compostas sería una importante cadena productiva para la creación de miles de empleos en el campo y la ciudad y para ampliar el mercado de trabajo.

### Transferencia del patrón tecnológico de los productores de alto rendimiento

Si el patrón tecnológico de los maiceros de alto rendimiento de Cohetzala fuera empleado por los de menor rendimiento, se podría reducir la brecha tecnológica entre ellos, y se aumentaría el potencial productivo de los de bajo y medio en 91 y 24 %. Si agregamos estos porcentajes al rendimiento real obtenido por los productores, se puede estimar su rendimiento potencial (Cuadro 10), observándose que:

1. 27 % de los maiceros alcanzarían SA, 14 % más de las que ya la poseen.
2. En promedio cada miembro de la familia de los maiceros dispondría de 391 kg de maíz por año, en vez de los 317 kg actuales, significando un crecimiento de 19 %.
3. El déficit de 183 kg para alcanzar la SAF descendería a 109 kg, así como la presión sobre la demanda de maíz y el costo del mismo; siempre y cuando se controlen los mecanismos ficticios del encarecimiento del grano por la especulación.

La dependencia familiar de las remesas y las crisis económicas recurrentes que afectan a los EE. UU., señalan la urgencia de aumentar la productividad en México, sobre todo en aquellos estados con mayores niveles de pobreza alimentaria, que subsisten a expensas de las remesas que envían los migrantes. Datos de González (2009), indican que 37 % de los

According to SEDESOL (2010), in 2009 we generated 20 million tons of organic garbage. As is known, 20 % of this waste's original weight is converted into compost after a process that lasts between three and four months, and 12 million tons of compost could feasibly be produced per year. If this were distributed proportionally among the 6.4 million hectares of rainfed systems sown with maize, almost 2 tons of organic compost would be applied per hectare per year. Also, the manufacture of composts would be an important production chain, creating thousands of jobs in the countryside and in cities, and broadening the labor market.

### Transfer of high-yield producers' technological pattern

If the technological pattern of high-yield maize producers were to be employed by those of lower yield, the technological gap between them could be reduced and the productive potential of low and medium-yield producers would be increased by 91 and 24 %. If we add these percentages to the real yields of these producers, their potential yields can be estimated (Table 10), observing that:

1. Of the maize producers, 27 % would reach food security (FS), or 14 % more than before.
2. On average, every member of the maize producer's family would have access to 391 kg of maize per year, instead of the present 317 kg, implicating a growth of 19 %.
3. The 183 kg deficit for reaching FFS would decrease to 109 kg, as well as the pressure from maize demand and its cost; as long as the fictitious mechanisms of price increase from speculation are controlled.



migrantes redujo el envío de remesas en el primer semestre de 2009, respecto al año de 2008.

El MP-I, es una propuesta que se basa en el empleo de innovaciones locales; se puede aplicar de inmediato a nivel local, municipio, Distrito de Desarrollo Rural o en el contexto nacional. Asimismo, resolvería la ausencia de patrones tecnológicos idóneos para los productores de maíz de subsistencia; usa preferentemente recursos locales con gran potencial para incrementar el rendimiento y garantizar la SAF. Son formas de manejo que todos los productores conocen y han aplicado con antelación, ya que este manejo concuerda con las condiciones generales y concretas en que producen y viven. Además, ha prestado importantes servicios ambientales como la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero, la reducción de los impactos de desastres asociados con fenómenos naturales, y la conservación de la biodiversidad y la protección de recursos hídricos (De Schutter, 2010). Finalmente, manejada como sistema agrícola basado en la asociación de las plantas, se ha demostrado que éstas son complementarias respecto a las sustancias que toman del suelo y de los que aportan a la dieta familiar (Iturriaga, 2010). De esta manera, puede ser garante de la SAF y mejorar la nutrición humana en el medio rural.

## CONCLUSIONES

En las últimas seis décadas el Estado mexicano ha promovido políticas públicas para modernizar la agricultura y acrecentar los rendimientos. Con este fin, ha impulsado la incorporación de un patrón tecnológico homogéneo, radical y contaminante que ha beneficiado a las empresas transnacionales que son las que producen y comercializan los agroquímicos. Este patrón ha eludido la diversidad de productores que hay en el campo y las formas concretas como llevan a cabo el manejo de cultivos, así como el contexto en el que viven.

Los maiceros de temporal han atenuado sus necesidades tecnológicas impulsando procesos complejos, progresivos y sostenibles para el manejo de maíz, donde combinan el uso de innovaciones milenarias y contemporáneas. Es un patrón tecnológico basado en el uso de prácticas agrícolas que son complementarias y sinérgicas, potenciando las fuerzas productivas que reposan en los recursos que participan en el manejo del maíz. Sin embargo, desde la implementación de

Family dependence on remittances and the recurrent economic crises that affect the U.S. signal the urgency for increasing productivity in México, particularly in states with higher levels of food poverty that subsist at the expense of remittances sent by migrants. Data from González (2009) indicate that 37 % of migrants reduced remittance sending in the first half of 2009, compared to 2008.

MP-I is a proposal based on the employment of local innovation; it can be immediately applied at the local or municipal level, in a Rural Development District, or in the national context. Likewise, it would solve the absence of ideal technological patterns for maize subsistence farmers; it uses, preferably, local resources with a high potential to increase yield and guarantee FFS. These are management forms that all producers already know and have applied, given that this type of management concurs with the general and particular conditions in which they live and produce. Furthermore, it has offered important environmental services such as the mitigation of greenhouse gas emissions, the reduction in impact of disasters associated with natural phenomena, and the conservation of biodiversity and protection of hybrid resources (De Schutter, 2010). Finally, managed as an agricultural system based on plant association, it has been demonstrated that they are complementary with regards to the substances they acquire from the soil and contribute to the family diet (Iturriaga, 2010). In this way, FFS can be assured and human nutrition can be improved in a rural setting.

## CONCLUSIONS

In the last six decades the Mexican State has promoted public policies for modernizing agriculture and increasing yields. To that end, it has driven the incorporation of a homogeneous, radical, and polluting technological pattern that has benefited transnational companies that produce and commercialize agrochemicals. This model has eluded the diversity of producers there is in the countryside and the concrete ways in which they handle crops, as well as the context that they live in.

Seasonal maize producers have attenuated their technological necessities by drawing on complex, progressive, and sustainable processes for maize management, where they combine the use of millenary and contemporary innovations. It is a technological

las políticas neoliberales en el campo mexicano, este patrón tecnológico se encuentra en un proceso acelerado de regresión, porque los programas públicos han excluido a estos productores, al considerarlos resabios del pasado.

La crisis alimentaria que actualmente vive el país exige revalorar, en las políticas públicas, otras opciones de manejo de maíz para mejorar el potencial productivo y la SAF de los productores de temporal. Estas “nuevas” formas de manejo se encuentran disponibles entre los maiceros. Basta identificarlos y transferirlos a los menos eficientes para reducir la brecha tecnológica entre los productores, con el fin de fortalecer el abasto de maíz y la SAF de los productores más pobres del país, ampliar el mercado de trabajo y mitigar el cambio climático.

## NOTAS

<sup>6</sup>CL≤1 significa que en el estado la importancia relativa del maíz es igual o menor que la del país, y CL>1, que la entidad está especializada en la siembra de maíz. Para su cálculo se utilizó el área sembrada en temporal. ♦ CL≤1 means that the relative importance of maize in the state is equal to or less than that in the country, and CL>1 means that the state is specialized in maize cultivation. For its calculation, the rainfed sown area was utilized.

<sup>7</sup>Sólo se exponen los datos de los estados que se encuentran especializados en la siembra de maíz.

♦ Only data from the states specialized in maize cultivation are presented.

## Agradecimientos

A FOMIX-CONACYT y al Gobierno del estado de Puebla por el financiamiento otorgado para efectuar esta investigación. Esta publicación se efectuó durante la estancia posdoctoral que realizó el primer autor, en la Maestría en Ciencias en Desarrollo Rural-Regional de la Universidad Autónoma Chapingo.

## LITERATURA CITADA

- Altieri, M. 1991. ¿Por qué estudiar la agricultura tradicional? Revista de CLADES, Revista Agroecología y Desarrollo, 1: (1) 16-24, Consorcio Latinoamericano sobre agroecología y desarrollo (CLADES), <http://www.clades.org/r1-art2.htm>, 30 de noviembre de 2008, Santiago de Chile.
- Anseeuw, Ward, y Catherine Laurent. 2007. Occupational paths towards commercial agriculture: The key roles of farm, Jour-

nal of Arid Environments, 70 (4), Elsevier Science, London. pp: 659-671.

Artís, G. 1997. Minifundio y fraccionamiento de la tierra ejidal parcelada, Revista Estudios Agrarios. Núm. 8. Procuraduría Agraria. <http://www.pa.gob.mx/publica/pa070803.htm>, México. pp: 11-31.

Ball B. C., I. Bingham, R. M. Rees, C. A. Watson, and A. Litterick (2005). The role of crop rotations in determining soil structure and crop growth conditions. Canadian Journal of Soil Science, 85: (5) 557-577.

Boisier S. 1980. Técnicas de análisis regional con información limitada. Chile Instituto Latinoamericano de Planificación Económica y Social (ILPES), Serie II, Núm. 27. 170 p.

CONEVAL (Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social) 2010. La pobreza por ingresos en México, Primera edición, ISBN: 978-607-95482-4-7, México. 104 p.

Damián, M. A., B. Ramírez, F. Parra, J. A. Paredes, A. Gil, J. F. López, y A. Cruz 2007. Tecnología agrícola y territorio: el caso de los productores de maíz de Tlaxcala, México, Boletín

pattern based on the use of complementary and synergetic agricultural practices, strengthening the productive forces that lie in the resources participating in maize management. Nevertheless, since the implementation of Neoliberal policies in Mexican agriculture, this technological pattern is in a process of accelerated regression because public programs have excluded these producers, considering them vestiges of the past.

The food crisis currently being experienced by the country demands the reexamination, in public policies, of other management options for maize in order to improve the productive potential and the FFS of seasonal producers. These “new” forms of management are already available among maize producers. It suffices to identify and transfer them to the less efficient producers in order to reduce the technological gap between producers, with the goals of strengthening the supply of maize and the FFS of the country’s poorest producers, broadening the labor market, and mitigating climate change.

## Acknowledgements

To FOMIX-CONACYT and the government of the state of Puebla for the financing granted for this research. This publication was carried out during the postdoctoral fellowship of the first author in the Masters in Sciences on Rural-Regional Development at the Autonomous University of Chapingo.

- End of the English version -

- Investigaciones Geográficas, Núm. 63, abril-junio de 2007, UNAM, ISSN: 0188-4611, México. pp: 36-55.
- Damián H. M. A., Artemio Cruz, Benito Ramírez, Dionicio Juárez, Saúl Espinosa, y María Andrade. 2011. Innovaciones para mejorar la producción de maíz de temporal en el Distrito de Desarrollo Rural de Libres, Puebla. Primera edición, Código Gráfico, ISBN: 978-607-487-278-1, Primera edición, México. 70 p.
- De Janvry A., y Elisabeth Sadoulet. 2004. Estrategias de ingresos de los hogares rurales de México: el papel de las actividades desarrolladas fuera del predio agrícola. *In*: Reardon, T., Julio Berdegue, Germán Escobar, Eduardo Ramírez, Leonardo Corral, J. Graziano da Silva, Mauro E. del Grossi, Klaus Deininger, Pedro Olinto, Alain de Janvry, Elisabeth Sadoulet, Chris Elbers, Peter Lanjouw, Javier Escobal, Francisco H.G. Ferreira, Rued Ruben, Marrit Van den Berg, Antonio Yúnez-Naude, J. Edward Taylor y Alexander Schejtman. 2002. Empleo e ingresos rurales no agrícolas en América Latina. Comisión Económica para América Latina (CEPAL), Serie Seminarios y Conferencias Núm. 35, Santiago de Chile. pp: 107-127.
- De Loma, E. 2008. El Derecho a la Alimentación. Definición, avances y retos. Boletín ECOS Núm. 4, Centro de Investigación para la Paz. Madrid. 10 p.
- De Schutter, O. 2010. "Report submitted by the Special Rapporteur on the right to food". United Nations, General Assembly, A/HRC/16/49, Switzerland, 21 p.
- DOF (Diario Oficial de la Federación). 2010. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, Diario Oficial, México. 247 p.
- Escalante R. 2006. Desarrollo rural, regional y medio ambiente. Revista Economía, volumen 3, número 8, México, D. F. pp: 69-94.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 1996. Enseñanzas de la Revolución Verde: hacia una nueva Revolución Verde. Cumbre Mundial sobre la Alimentación. Sexto Documento técnico de referencia. <http://www.fao.org/docrep/003/w2612s/w2612s06.htm>. 20 de septiembre de 2011.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2010. El estado de la inseguridad alimentaria en el mundo. La inseguridad alimentaria en crisis prolongadas. ISBN 978-92-5-306610-0. Roma. 68 p.
- FAOSTAT (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, estadísticas). 2010. <http://faostat.fao.org/>, Base de datos estadísticos de la FAO, 7 de septiembre de 2011.
- Fenton, O., M. G. Healy, R. B. Brennan, A. J. Serrenho, S. T. J. Lalor, D. O Huallacháin, and K. G. Richards. 2011. Agricultural Dairy Wastewaters. *In*: Waste Water- Evaluation and Management, García F.S. (ed), InTech, ISBN: 978-953-307-233-3, Available from: <http://www.intechopen.com/articles/show/title/agricultural-dairy-wastewaters>. pp: 447-470.
- González, S. 2009. La mayoría de los migrantes mexicanos continúa las remesas de dinero. La Jornada, Sección Economía. <http://www.jornada.unam.mx/2009/09/27/economia/026n1eco>. p. 26.
- González de Molina M. 2011. Algunas notas sobre agroecología política. Agroecología 6: 9-21, Facultad de Biología, Universidad de Murcia, España. pp: 9-21.
- Gordillo, G., y Paul Lewin. 2002. ¿Pueden competir los pequeños productores mexicanos en el mundo actual? Documento presentado en el seminario nacional para funcionarios de alto nivel: Promoción del desarrollo y combate a la pobreza rural. Colegio de Posgraduados, SAGARPA e INCA Rural, México. 50 p.
- Herrera J., P. Cadena, y A. San-Clemente. 2005. Diversidad de la Artropodofauna en monocultivo y policultivo de maíz (*Zea mays*) y habichuela (*Phaseolus vulgaris*). Boletín del Museo de entomología de la Universidad del Valle, 6 (1), pp: 23-31.
- INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias). 2003. Manual de organización, dirección general de administración. México. 170 p.
- INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias). 2009. Base de datos CD-ROM. Paquete tecnológico para el cultivo de maíz, Distrito de Desarrollo Rural Cholula, Puebla, México.
- Iturriaga, J. N. 2010. La identidad alimentaria mexicana. Revista Archipiélago, Vol. 14, Núm. 56, <http://www.revistas.unam.mx/index.php/archipelago/issue/view/1616/showToc> UNAM, México. pp: 47-49.
- Koohafkan, P. 2010. Conservación y manejo sostenible de los sistemas importantes del patrimonio agrícola mundial (SI-PAM). Revista Ambiente Núm. 93, diciembre 2010. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid, España. pp: 10-29.
- Lander, E. 2000. La colonialidad del saber: eurocentrismo y ciencias sociales. Perspectivas latinoamericanas. *In*: La colonialidad del saber: eurocentrismo y ciencias sociales. Perspectivas latinoamericanas. Edgardo Lander. CLACSO, Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina. Julio. 2000. ISBN: 950-9231-51-7. <http://bibliotecavirtual.clacso.org.ar/ar/libros/lander/lander.html>. pp. 3.
- SEDESOL (Secretaría de Desarrollo Social). 2010. Generación de residuos sólidos urbanos por tipo de residuo. Dirección General de Equipamiento e Infraestructura en Zonas Urbano-Marginadas, México.
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2010. Series históricas de superficie sembrada y cosechada, SAGARPA, [http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com\\_wrapper&view=wrapper&Itemid=351](http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=351), 7 de septiembre de 2011, SAGARPA, Tabulados, Mexico.
- Turrent, A. 2009. Potencial productivo de maíz en México. La jornada del Campo, Número 16, México.
- Turrent A., T. Wise, y E. Garvey. 2012. Factibilidad de alcanzar el potencial productivo de maíz de México. Reporte 24. Mexican Rural. Development Research Reports. 38 p.
- Warman, A. 2001. El campo mexicano en el siglo XX. Fondo de Cultura Económica. México, D. F. 262 p.