

## **Pobreza alimentaria y manejo de la milpa: el caso del municipio de Zautla, Puebla, México\***

### **Food poverty and cornfields management: the case of the municipality of Zautla, Puebla, Mexico**

**Miguel Angel De Ita Caro<sup>1§</sup>, Miguel Ángel Damián Huato<sup>1</sup>, Omar Arenas Romero<sup>1</sup>, Ignacio Ocampo Fletes<sup>2</sup> y Jesús Francisco López-Olguín<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Maestría en Manejo Sostenible de Agroecosistemas. Centro de Agroecología del Instituto de Ciencias-BUAP. Avenida 14 Sur 6301 Ciudad Universitaria. C. P. 72570, Puebla, Puebla, México (biol.ora@hotmail.com; olguin33@hotmail.com; damianhuato@hotmail.com). <sup>2</sup>Colegio de Postgraduados-Campus Puebla. Carretera Fed. Mex-Pue km 125.5, C. P. 72760, Puebla, Puebla, México. (agroecologia\_iof@yahoo.com). <sup>§</sup>Autor para correspondencia: madic\_jym@hotmail.com.

#### **Resumen**

Los pequeños productores de maíz de temporal viven en pobreza alimentaria, ocasionada en parte, por la baja productividad. Se diseñó un modelo de intervención tecnológico (MIT) para mejorar el manejo del maíz y el índice equivalente de la tierra (IET) de los productores de Zautla-Puebla, México agrupados en tres regiones. Se evaluaron las tecnologías radicales y progresivas aplicadas en el manejo del maíz y según el IET de los productores, considerando el patrón tecnológico de los eficientes como el MIT. Se encontró que: todos los productores son pobres alimentarios; se aplicaron tecnologías radicales y progresivas, predominando las segundas, las cuales incrementaron el IET; en promedio 15% de los maiceros resultaron ser eficientes los cuales manejaron el maíz como policultivo. El MIT está articulado al paradigma agroecológico que promueve prácticas complementarias y sinérgicas y si se transfiere a los maiceros de bajo y medio IET, su productividad aumentará en 141 y 45%.

**Palabras clave:** índice equivalente de la tierra y productores eficientes, modelo de intervención tecnológico.

#### **Abstract**

The small producers of corn temporarily living in food poverty, caused in part by low productivity. A model of technological intervention (MIT) was designed to improve the management of corn and land equivalent index (ETI) of producers Zautla-Puebla, Mexico grouped into three regions. The radical and progressive technologies producers were evaluated in management and according to the IET corn, considering the technological standard of efficient and MIT. It was found that: all food producers are poor; radicals and progressive technologies were applied, predominating the latter, which increased the IET; on average 15% of the corn growers proved efficient which drove corn as polyculture. The MIT is articulated to the agroecological paradigm that promotes complementary and synergistic practices and if the producers of corn with low and medium IET is transferred, productivity increased by 141 and 45%.

**Keywords:** equivalent index of land and efficient producers, model of technological intervention.

## Introducción

Los pequeños productores de maíz de temporal enfrentan altos niveles de pobreza, hambre, migración y bajos rendimientos, agudizados por el cambio climático (Morales, 2005). La pobreza es la problemática que más preocupa a la comunidad nacional e internacional. Boltvinik (2003), la define como un proceso multidimensional generado por: el ingreso corriente, los activos no básicos y la capacidad de endeudamiento, el patrimonio familiar, el acceso a bienes y servicios gratuitos, el tiempo libre y los conocimientos de las personas.

Considerando los ingresos, se reconocen tres tipos de pobreza: patrimonial, de capacidades y alimentaria. La pobreza alimentaria (PA) pone en peligro la subsistencia del individuo al perjudicar su salud física y mental. Es definida como la incapacidad para comprar la canasta básica alimentaria, aun si se hiciera uso de todo el ingreso disponible en el hogar. En México hay 27.4 millones (24% del total nacional) de pobres alimentarios. Puebla ocupa la cuarta posición nacional con 1.9 millones (30% del total estatal) con carencia a la alimentación, mientras que en Zautla el 38% del total de la población padecen hambre (CONEVAL, 2013).

En México el maíz es el producto agrícola más importante, se consumen anualmente 115 kg *per capita* (Massieu, 2002). Se siembran 7.5 millones de hectáreas, de éstas, 84% son de temporal y el resto de riego. El rendimiento promedio de temporal es de 2.260 kg por hectárea y en riego es de 7 500 kg (SIAP, 2013). En Puebla se siembran 574 mil hectáreas de maíz (60% del total estatal); el 91% son de temporal y las demás de riego, con un rendimiento promedio de 1.510 y 4.380 kg por hectárea, respectivamente. En Zautla se cultivan 3.560 hectáreas de temporal, de las cuales 70% son de maíz, con un rendimiento promedio de 650 kg por hectárea (SIAP, 2013).

La siembra de maíz de temporal se realiza asociada con otros cultivos como frijol, calabaza, tomate, chile, entre otros, los cuales, contribuyen a satisfacer necesidades básicas como la alimentación (González y Reyes, 2014). El sistema milpa puede revertir la pobreza alimentaria al aportar cerca de 50% de los bienes de la dieta campesina, equivalente a 4 230 000 calorías suficientes para alimentar a una familia de 5 a 7 integrantes al año (Altieri y Nicholls, 2010). Si la milpa está compuesta de varios cultivos, es inoperante estimar los rendimientos solamente del maíz. Por ello, se propone emplear el índice equivalente de la tierra (IET) que representa la superficie relativa de tierra

## Introduction

The small producers of corn temporary face high levels of poverty, hunger, migration and low yields, exacerbated by climate change (Morales, 2005). The poverty is the issue that most concerns the national and international community. Boltvinik (2003), defined as a multidimensional process generated by: current income, non-core assets and debt capacity, family wealth, access to free goods and services, leisure and knowledge of people.

Considering income, three types of poverty are recognized: patrimonial, capacity and food. The food poverty (PA) endangers the survival of the individual to harm their physical and mental health. It is defined as the inability to buy the basic food basket, even if use of all available household income is made. In Mexico there are 27.4 million (24% of the national total) of food poor. Puebla is fourth national position with 1.9 million (30% of the state total) deficient to food, while in Zautla 38% of the total population suffer from hunger (CONEVAL, 2013).

In Mexico the maize is the most important agricultural product, consumed 115 kg *per capita* annually (Massieu, 2002). The 7.5 million hectares are planted, of these, 84% are temporary and the rest are planted in irrigation. The average yield is temporary 2 260 kg per hectare in irrigation is 7 500 kg (SIAP, 2013). In Puebla 574 000 hectares of maize (60% of the state total) are planted; 91% are temporary and others for irrigation, with an average yield of 1 510 and 4 380 kg per hectare, respectively. In Zautla are grown 3 560 hectares of time, of which 70% is corn with an average yield of 650 kg per hectare (SIAP, 2013).

The corn planting is done temporarily associated with other crops such as beans, pumpkin, tomatoes, peppers, among others, which contribute to meeting basic needs such as food (González and Reyes, 2014). The milpa system can reverse the food poverty by providing about 50% of the assets of the peasant diet, equivalent to 4 230 000 calories sufficient to feed a family of five to seven members per year (Altieri and Nicholls, 2010). If the corn is composed of various crops, it is irrelevant estimate of corn yields only. Therefore, it is proposed to use the land equivalent index (IET) representing the relative area of land cultivated in monoculture necessary to obtain the same production in association (Cassanova *et al.*, 2001). An increase in the IET, can mean a way to bring down food poverty.

cultivada en monocultivo necesaria para obtener la misma producción que en asociación (Cassanova *et al.*, 2001). Un incremento del IET, puede significar una forma de abatir la pobreza alimentaria.

En México, se han aplicado diversas estrategias para elevar los rendimientos de maíz, destacan:

El Programa Sectorial de Desarrollo Agropecuario Pesquero y Alimentario 2013-2018. Propone una estrategia integral para aumentar la producción nacional de maíz en 24% al pasar de 20.2 a 25 millones de toneladas de 2012 al 2018 (SAGARPA, 2013). Sin embargo, datos del SIAP (2013), indican que el incremento promedio de los últimos 20 años fue de 10%.

El programa de modernización sustentable de la agricultura tradicional (MASAGRO) implementado por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), plantea elevar la producción de maíz de temporal de 2.2 a 3.7 toneladas por hectárea en 10 años, basado en un modelo de "agricultura de conservación" (CIMMYT, 2014). Turrent (2014), considera inalcanzable esta meta, ya que la transferencia de la labranza de conservación ya fue explorada por el CIMMYT-Banco de México (FIRA) en los años de 1980, con poco éxito.

Existen otras estrategias promotoras de los sistemas agrícolas biodiversos. Sobresalen:

La milpa intercalada con árboles frutales (MIAF), desarrollada por Turrent y Cortes (2014). Su propuesta consiste en intercalar tres especies vegetales: el árbol frutal, el maíz y el frijol. Un ejemplo de su eficiencia, ha sido incrementar los rendimientos de maíz de 0.7 a 1.2 toneladas por hectárea en la sierra Mixe del estado de Oaxaca (Ruiz *et al.*, 2012); y b) Escalonando la agroecología es un proyecto que promueve experiencias agroecológicas exitosas en varios países, para escalar estas prácticas a otros productores, suponiendo que es en el "cómo hacerlo", donde radica la clave del éxito productivo (Ranaboldo y Venegas (2007).

La estrategia seguida coincide con este proyecto y asume que la productividad es un atributo de cómo se manejan los cultivos. Por ello, el manejo es el eje conceptual de nuestra metodología.

In Mexico, various strategies have been implemented to increase corn yields, include:

The Agricultural Development Sector Programme Fisheries and Food 2013-2018. It proposes a comprehensive strategy to increase domestic production of corn 24%, from 20.2 to 25 million tons from 2012 to 2018 (SAGARPA, 2013). However data SIAP(2013) indicate that the average increase in the last 20 years was 10%.

The program for sustainable modernization of traditional agriculture (MasAgro) implemented by the International Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT), poses raise corn production temporarily from 2.2 to 3.7 tons per hectare in 10 years, based on a model of "conservation agriculture" (CIMMYT, 2014). Turrent (2014), considered unattainable this goal, since the transfer of conservation tillage has already been explored by CIMMYT-Banco de Mexico (FIRA) in the 1980s, with little success.

There are other strategies promoting biodiverse farming systems. Just:

Intercropping maize field with fruit trees (MIAF), developed by Turrent and Cortes (2014). His proposal is to intersperse three plant species: fruit tree, corn and beans. An example of its efficiency has been increased maize yields from 0.7 to 1.2 tons per hectare in Sierra Mixe of Oaxaca (Ruiz *et al.*, 2012); and b) staggering agroecology is a project that promotes successful agroecological experiences in several countries, to stagger these practices to other producers, assuming it is in the "how to" where lies the key to productive success (Ranaboldo and Venegas (2007).

The strategy coincides with this project and assumes that productivity is an attribute of how crops are handled. Therefore, management is the core concept of our methodology.

For Damián *et al.* (2013); converge in handling two types of production conditions: a) general, which may be endogenous (climate, flora, fauna, etc.) and exogenous (public programs, characteristics of the household, etc.) unmodifiable short and medium term; and b) concrete, referred to factors directly involved in the production (land, capital, technology, etc.). The way how the producer combines and uses these resources in the production process, explains specifically how the corn

Para Damián *et al.* (2013); en el manejo convergen dos tipos de condiciones de producción: a) generales, que pueden ser endógenas (clima, flora, fauna, etc.) y exógenas (programas públicos, rasgos de la unidad familiar, etc.) inmodificables a corto y mediano plazo; y b) concretas, referidas a los factores que participan directamente en la producción (tierra, capital, tecnología, etc.). La forma en cómo el productor combina y usa estos recursos en el proceso productivo, explica la manera específica de cómo se maneja la milpa. Con este fin el productor ejecuta varias tareas (siembra, labores de cultivo, etc.) sucesivamente durante el ciclo agrícola. El componente esencial en el manejo de cultivos es la tecnología, entendida como el medio por el cual se traslada el conocimiento científico a la solución de problemas concretos (Van Wyk, 2004). La innovación añade nuevos productos y servicios, o renueva los existentes (Dismukes, 2005). Las innovaciones pueden ser progresivas y radicales; las primeras comprenden mejoras sucesivas y graduales y las segundas plantean un rumbo tecnológico distinto (Stamm, 2008).

Las innovaciones radicales son una consecuencia de la Revolución Verde. Actualmente, su generación y transferencia está a cargo del Instituto Nacional de Investigaciones Forestal, Agrícola y Pecuaria (INIFAP). La generación y difusión de las innovaciones progresivas ha sido producto de un largo proceso milenario donde los campesinos han incorporado conocimientos, experiencias y tecnologías a sus prácticas agrícolas (Gliessman, 1999). En este estudio se evaluaron las tecnologías radicales y progresivas aplicadas en el manejo de la milpa y se clasificaron a los productores en bajos, medios y altos según su IET. Estos últimos fueron considerados como eficientes y su patrón tecnológico como el MIT, que de transferirse a los otros productores podría incrementar el IET y atenuar la pobreza alimentaria.

Esta investigación plantea como posibles resultados los siguientes: 1) la mayoría de los productores son pobres alimentarios; 2) el manejo de la milpa es diferenciado y está articulado al paradigma agroecológico donde se aplica un sincretismo tecnológico basado en el diálogo de saberes modernos y tradicionales, predominando los segundos; 3) el IET es una consecuencia de las condiciones que influyen en el manejo de la milpa; y 4) si se transfiere el patrón tecnológico de los productores exitosos se puede reducir la pobreza alimentaria.

is handled. To this end the producer performs several tasks (planting, tillage, etc.) successively during the season. The essential component in crop management technology is understood as the means by which scientific knowledge is transferred to the solution of concrete problems (Van Wyk, 2004). Innovation adds new products and services, or renew existing (Dismukes, 2005). The innovations can be progressive and radical; the first comprising successive and gradual improvements and the latter pose a different technological path (Stamm, 2008).

The radical innovations are a result of the Green Revolution. Currently, its generation and transfer is provided by the National Research Institute of Forestry, Agricultural and Livestock (INIFAP). The generation and dissemination of progressive innovations has been the product of a long ancient process where peasants have built knowledge, experience and technology to agricultural practices (Gliessman, 1999). In this study the radical and progressive technologies applied in the management of the cornfields and classified to producers in low, medium and high by IET were evaluated. The latter were regarded as efficient and technological pattern like MIT, which transferred to other producers could increase the IET and reduce food poverty.

This research suggests possible results as follows: 1) most producers are poor food; 2) the management of Milpa is differentiated and is articulated to the agroecological paradigm where a technological syncretism based on dialogue of modern and traditional knowledge is applied, the latter predominating; 3) the IET is a consequence of the conditions that influence the management of the cornfields; and 4) if the pattern of successful technology transfers producers can reduce food poverty.

## Materials and methods

### Study zone

Zautla is located in the Sierra Norte de Puebla, between parallels 19° 39' 00" and 19° 48' 18", north latitude and meridians 97° 34' 18" and 97° 46' 24" west longitude. It has an area of 274.27 km<sup>2</sup> and an altitude between 1 760 and 2 900 m. It has two climates: temperate humid

## Materiales y métodos

### Zona de estudio

Zautla se localiza en la Sierra Norte de Puebla, entre los paralelos 19° 39' 00" y 19° 48' 18", de latitud norte y los meridianos 97° 34' 18" y 97° 46' 24" de longitud occidental. Tiene una superficie de 274.27 km<sup>2</sup> y una altitud entre los 1 760 y 2 900 m. Presenta dos climas: templado húmedo con abundantes lluvias en verano y templado subhúmedo con lluvias de verano. Predominan los suelos Luvisoles, son arcillosos de fertilidad moderada; Litosoles, son suelos poco desarrollados, muy delgados y rocosos y Regosoles, son suelos muy jóvenes, generalmente resultado del depósito reciente de roca y arena. Para el desarrollo de esta investigación se dividió el municipio en tres zonas agroecológicas (ZAE): Zona de Bosque, Zona de Cañada y Zona de Llanos, respecto a sus condiciones edafoclimáticas.

### Metodología

La metodológica fue desarrollada por Damián *et al.* (2011), se basa en identificar a nivel local a los maiceros con mayor productividad y su patrón tecnológico. Sin embargo, esta investigación aporta dos aspectos inéditos: El análisis de la pobreza alimentaria y el cálculo del IET.

Diseño de muestreo y aplicación de una encuesta. La encuesta incluyó preguntas referidas a las condiciones generales y concretas que influyeron en el manejo del maíz. A partir de la información obtenida se calcularon los distintos índices utilizados en este estudio. Para estimar el tamaño de muestra, se consideró como unidad de muestreo a cada productor de maíz incluido en el listado de productores beneficiarios del Programa de Apoyo al Campo (PROCAMPO) del municipio de Zautla en 2012, con un total de N=1 815; donde se identificaron tres grupos o estratos de productores: los que producen en la zona de bosque (N<sub>1</sub>= 407, 22.42%), los que producen en la Zona de La Cañada (N<sub>2</sub>= 746, 41.10%) y los de la Zona de Los Llanos (N<sub>3</sub>= 662, 36.47%). La variable de referencia fue el IET y para estimar el tamaño de muestra se utilizó la fórmula de Cochran (1977):

$$n = \frac{n_o}{1 + (n_o/N)} ; \text{ donde, } n_o = \frac{t^2 S^2}{d^2}$$

with abundant rains in summer and warm humid with summer rains. The luvisols dominated soils are clayey moderate fertility; lithosols, they are very thin and rocky soil underdeveloped, and regosols are very young soils, generally from the recent deposit of rock and sand. For the development of this research the city was divided into three agro-ecological zones (ZAE): Forest Zone, Cañada Zone and the Llanos Zone, regarding their soil and climatic conditions.

### Methodology

The methodology was developed by Damián *et al.* (2011), it is based on identifying locally to corn growers with increased productivity and technological pattern. However, this research provides two unpublished aspects: the analysis of food poverty and calculation of the IET.

Sampling design and implementation of a survey. The survey included questions relating to the general and specific conditions that influenced the handling of corn. From the information obtained the various indices used in this study were calculated. To estimate the sample size, it was considered as the sampling unit to each farmer of corn included in the list of beneficiary producers Support Program to the Countryside (PROCAMPO) of the municipality of Zautla in 2012, with a total of N= 1 815; where three groups or strata of producers were identified: those that occur in the forest zone (N<sub>1</sub>= 407, 22.42%), which occur in the area of the Cañada (N<sub>2</sub>= 746, 41.10%) and the Llanos Zone (N<sub>3</sub>= 662, 36.47%). The reference variable was the IET and to estimate the sample size was used the formula of Cochran (1977):

$$n = \frac{n_o}{1 + (n_o/N)} ; \text{ donde, } n_o = \frac{t^2 S^2}{d^2}$$

Donde: n= 107 producers, it is the estimated sample size; N= 1815 producers, is the number of producers in the sampling frame; S= 0.2599, is the standard deviation of the IET, calculated with data from a preliminary sample of 45 producers (10 of Forest Zone, 19 of Cañada Zone and 16 of Llanos Zone); t= 1.96, is the value of the Student's t distribution, with a reliability of 95% (α/2=0.025); d= is the desired accuracy for estimating the average yield (maximum distance of 5% of the actual average IET).

Donde:  $n=107$  productores, es el tamaño de muestra estimado;  $N=1815$  productores, es el número de productores en el marco de muestreo;  $S=0.2599$ , es la desviación estándar del IET, calculado con los datos de una muestra preliminar de 45 productores (10 de Zona de Bosque, 19 de Zona de Cañada y 16 de Zona de Llanos);  $t=1.96$ , es el valor de la distribución  $t$  de Student, con una confiabilidad del 95% ( $\alpha/2=0.025$ );  $d$  es la precisión deseada para la estimación del rendimiento promedio (alejamiento máximo del 5% del IET promedio real).

El diseño fue muestreo aleatorio estratificado con distribución de la muestra de manera proporcional al tamaño de los estratos, obteniendo:  $n=107$  productores, 24 en Zona de Bosque, 44 en Zona de Cañada y 39 en la Zona de los Llanos.

### Evaluación del manejo del maíz

Cálculo del índice equivalente de la tierra (IET). Para el cálculo de este índice se utilizó la siguiente expresión:

$$IET = IET(1) + IET(2) + \dots + IET(n)$$

Donde: IET= Es el IET del sistema. IET(1), IET(2), ..., IET(n)= IET individuales de cada cultivo asociado obtenidos de la expresión:  $IET(i) = A_x / U_x$  donde:  $i$ : cultivo  $i$ ;  $i=1, 2, \dots, n$ .  $A_x$ = rendimiento del cultivo  $x$  en asociación,  $U_x$ = rendimiento del cultivo  $x$  en monocultivo, Si:  $IET > 1$ , el policultivo es ventajoso;  $IET = 1$ , es indiferente el modo de siembra;  $IET < 1$ , el monocultivo supera al policultivo.

Cálculo del índice de apropiación de tecnologías radicales (IATR). Se compararon las recomendaciones del INIFAP con las aplicadas por los productores en campo. Se le asignó un valor nominal de 100 unidades al paquete tecnológico y se ponderó<sup>1</sup> cada una de las actividades según su impacto en la producción: 10 (fecha de siembra), 20 (variedad), 15 (densidad de plantas), 25 y 5 (dosis y fecha de aplicación de fertilizantes), 6 y 4 (tipo y dosis de herbicida) 6 y 4 (tipo y dosis de insecticida) y 5 (combate de enfermedades). En su estimación se empleó el procedimiento y la expresión matemática de Damián *et al.* (2011).

Cálculo del grado de empleo de tecnologías progresivas (GETP). Permitted estimar el grado de aplicación de tecnologías progresivas: semilla criolla, asociación y rotación de cultivos, conservación de suelo y agua y el uso de estiércol. Dado que no existen referentes experimentales

The design was stratified random sampling with sample distribution in proportion to the size of the strata, obtaining:  $n=107$  producers, 24 in Forest Zone, 44 in Cañada Zone and 39 in the Llanos Zone.

### Corn management assessment

Calculation of land equivalent index (IET). To calculate this index was used the following expression:

$$IET = IET(1) + IET(2) + \dots + IET(n)$$

Where: IET= Is the IET system. IET(1), IET(2), ..., IET(n)= individual IET of each crop associated obtained from the expression:  $IET(i) = A_x / U_x$  where:  $i$ : culture;  $i=1, 2, \dots, n$ .  $A_x$ = crop yield  $x$  in partnership,  $U_x$ = crop yield  $x$  in monoculture, Si:  $IET > 1$ , the polyculture is advantageous;  $IET = 1$ , is indifferent planting mode;  $IET < 1$ , monoculture to polyculture exceeded.

Index calculation appropriation of radical technologies (IATR). The INIFAP recommendations with those applied by producers in the field were compared. He was assigned a nominal value of 100 units a technology package and pondered<sup>1</sup> each of the activities according to their impact on production: 10 (sowing date), 20 (variety), 15 (plant density), 25 and 5 (dose and date of application of fertilizers), 6 and 4 (type and dose of herbicide), 6 and 4 (type and dose of insecticide) and 5 (combat diseases). In his estimation was used the procedure and the mathematical expression of Damián *et al.* (2011).

Calculation of the degree of use of progressive technologies (GETP). Allowed to estimate the degree of implementation of progressive technologies: native seed, association and crop rotation, soil and water conservation and use of manure. Since there are no experimental references that have measured the impact of these inputs and practices in productivity, a value of 20 points will be awarded to each, so the GETP ranged from 0 to 100 units. His assessment was obtained by mathematical formula Damian *et al.* (2011).

Typology of producers by IATR and GETP. With the values obtained from IATR and GETP a typology of producers classifying them into three categories was prepared: a) low ( $<33.33$ ); b) means (33.34-66.66); and c) high ( $>66.66$ ).

que hayan medido el impacto de estos insumos y prácticas en la productividad, se otorgó un valor de 20 puntos a cada uno, por lo que el GETP osciló de 0 a 100 unidades. Su valoración se obtuvo mediante la fórmula matemática de Damián *et al.* (2011).

Tipología de productores según su IATR y GETP. Con los valores obtenidos del IATR y el GETP se elaboró una tipología de productores clasificándolos en tres categorías: a) bajo (<33.33); b) medio (33.34-66.66); y c) alto (>66.66).

### Diseño del modelo de intervención tecnológica (MIT)

Identificación, tipología y caracterización de los productores según su IET. Para la identificación se tomó el valor más alto del IET, restando el menor; la diferencia se dividió entre tres y el cociente se sumó al valor menor, constituyendo el rango de productores de bajo IET, y así sucesivamente. Esta técnica permitió agrupar a los productores en rangos de: bajo, medio y alto IET para cada ZAE y conocer el patrón tecnológico de los productores de alto IET transfigurado en el MIT. La caracterización permitió distinguir los factores socioeconómicos que inciden en el manejo de la milpa y la viabilidad para transferir el MIT.

### Pobreza alimentaria

Cálculo de la pobreza alimentaria. En este estudio se consideró como ingreso mensual, al total de gastos hechos por la unidad familiar (alimentación, vestido, vivienda, gas, luz, agua, teléfono, leña, gasolina, pasajes, salud, educación, fiestas y otros) y al ingreso proveniente de trabajos, subsidios y remesas. La cantidad obtenida se comparó con el monto de la canasta básica establecido por el CONEVAL (2013), considerando pobres alimentarios a los productores cuyo ingreso mensual *per capita* fue menor a \$868 pesos. El incremento monetario al adoptar el MIT se calculó con la siguiente fórmula:

$$\text{IETPot}(t) = \frac{\text{IETReal}(\text{Alta}) - \text{IETReal}(t)}{\text{IETReal}(t)} + 1 * \text{RendReal}(t)$$

Donde: t: tipo de productor; t; t = bajo o medio.

El IET potencial transformó los excedentes de producción en pesos; al sumar estos a los ingresos reales se obtuvo la proporción en qué disminuiría la pobreza alimentaria.

### Design model of technological intervention (MIT)

Identification, typology and characterization of producers by IET. To identify the highest value of the IET was taken, subtracting the child; the difference was divided between three and the ratio added to the lower value, constituting the range of low IET producers, and so on. This technique allowed producers grouped in ranges: low, medium and high IET for each ZAE and meet the technological pattern of high IET producers transfigured at MIT. The characterization allowed distinguish socioeconomic factors that affect the handling of the cornfields and feasibility to transfer the MIT.

### Food poverty

Calculation of food poverty. This study was considered as monthly income, the total expenditure made by the household (food, clothing, housing, gas, electricity, water, telephone, fuel, gasoline, airline, health, education, parties and other) and income from work, grants and remittances. The amount obtained was compared to the amount of the basic food basket established by CONEVAL (2013), considering poor food producers whose monthly income *per capita* was less than \$868 pesos. The monetary increase by adopting the MIT was calculated with the following formula:

$$\text{IETPot}(t) = \frac{\text{IETReal}(\text{Alta}) - \text{IETReal}(t)}{\text{IETReal}(t)} + 1 * \text{RendReal}(t)$$

Where: t: type of producer; t; t = low or medium.

The IET transformed potential production surpluses in pesos; by adding these to real incomes decrease the rate at which food poverty was obtained.

## Results and discussion

### Corn management assessment

Calculation of land equivalent index (IET). Management Zautla corn is done by 52% of producers and cornfields, corn associating with at least one crop. The remaining percentage handles it as monoculture.

## Resultados y discusión

### Evaluación del manejo del maíz

Cálculo del índice equivalente de la tierra (IET). El manejo del maíz en Zautla es realizado por el 52% de los productores como milpa, asociando el maíz con al menos un cultivo. El porcentaje restante lo maneja como monocultivo.

Evaluación de tecnologías radicales. En el Cuadro 1 se expone el paquete tecnológico recomendado por el INIFAP para la siembra de maíz en Zautla, se caracteriza por estar constituido en su totalidad por tecnologías radicales.

Al estimar el IATR (Cuadro 2) se encontró que el uso de innovaciones radicales es bajo, al aplicarse menos de la tercera parte de las recomendaciones. En el Llano se empleó la mayor cantidad de estas tecnologías (31 unidades). Los análisis estadísticos mostraron que no existe correlación significativa entre el uso de estas tecnologías y el IET ( $n=107$ ,  $r=0.0253$ ,  $p=0.7960$ )

La baja aplicación de tecnologías radicales es resultado de diversos factores: 1) el paquete tecnológico recomendado fue inaccesible considerando que el ingreso anual *per capita* de los productores es de \$5.090 pesos. 2) el desconocimiento de las tecnologías recomendadas. Datos de la encuesta mostraron que 1% de los productores recibieron asesoría técnica y 7% leyeron folletos técnicos sobre el manejo del maíz. 3) son tecnologías que no consideran las variadas condiciones edafoclimáticas. Al respecto, es importante resaltar que este paquete tecnológico es recomendado para todo el DDR de Teziutlán que incluye 30 municipios, entre ellos Zautla.

Evaluación de tecnologías progresivas. La evaluación del GETP mostró que en el manejo de la milpa predominan las innovaciones progresivas, ya que su valor se encuentra 26 unidades por encima del IATR. Además, se halló que existe una relación estadísticamente significativa entre el valor del GETP y el IET ( $n=107$ ,  $r=0.3402$ ,  $p=0.0003$ ) por lo que estas tecnologías están relacionadas con el incremento del IET (Cuadro 3).

La relevancia de las tecnologías progresivas es resultado de la adaptación de los materiales nativos a las condiciones ambientales y al conocimiento ancestral de las prácticas involucradas en el proceso de producción (Gómez *et al.*, 1999). Por otra parte, Damián *et al.* (2013), sostienen que

Evaluation of radical technologies. Table 1 recommended by the INIFAP for planting corn in Zautla technology package is exposed, it is characterized by being comprised entirely of radical technologies.

### Cuadro 1. Paquete tecnológico recomendado por el INIFAP para el manejo del maíz en el municipio de Zautla, Puebla, México.

**Table 1. Technology package recommended by INIFAP for handling corn in the municipality of Zautla, Puebla, Mexico.**

Práctica/Innovación	Recomendación
Fecha de siembra	Del 1° de marzo al 15 de abril
Tipo de semilla	H-40, H-33, H-30, H-34, H-28, H-137, H-139, H-50 y H-48 y la variedad sintética VS-22
Densidad de plantas/ha	50 000
Fórmula de fertilización	140-60-00
Fecha de fertilización	Al momento de la siembra se aplica todo el fósforo y la mitad del nitrógeno; la segunda aplicación se realiza en la segunda labor y se adiciona el resto del nitrógeno 40 a 50 días (1 al 15 junio)
Nombre y dosis de herbicida/ha	Gesaprin 50 (1 kg) o de 500 FW (1 1/2 L); Gesaprin 50 (1 kg) más Hierbamina (1 L); Gesaprim autosuspensible (1 L) más Basagran 480 (1/2 L); Marvel (1 L)
Nombre y dosis de insecticida/ha	No recomienda

Fuente: INIFAP, 2009.

In estimating the IATR (Table 2) it found that the use of radical innovations is low, when applied less than one third of the recommendations. In the Llano in as many of these technologies (31 units) was used. The statistical analyzes showed that there is no significant correlation between the use of these technologies and the IET ( $n=107$ ,  $r=0.0253$ ,  $p=0.7960$ )

The low implementation of radical technologies is the result of several factors: 1) the technology package was inaccessible recommended considering that the annual per capita income of farmers is \$5.090 pesos. 2) ignorance of the recommended technologies. Survey data showed that 1% of

la eficiencia de las innovaciones progresivas se debe al uso de prácticas agrícolas más intensivas, creando sinergias entre los recursos que intervienen en el manejo de la milpa.

producers received technical advice and 7% read technical brochures on handling the corn. 3) they are technologies that do not consider the varied soil and climatic conditions. In this

**Cuadro 2. Número de productores según el valor del IATR y valor del IET por zona agroecológica en el municipio de Zautla, Puebla, México.**

**Table 2. Number of producers according to the value of IATR and value of the IET by agro-ecological zone in the municipality of Zautla, Puebla, Mexico.**

ZAE/Indicador		Bajo		Medio		Promedio	
		Núm.	(%)	Núm.	(%)	Núm.	(%)
Bosque	Productores	5	5	19	18	24	23
	IATR	23		35		29	
	IET	1.17		1.19		1.18	
Cañada	Productores	26	24	18	17	44	41
	IATR	23		36		29	
	IET	1.03		0.98		1	
Llano	Productores	12	11	27	25	39	36
	IATR	26		35		31	
	IET	1.18		1.15		1.17	
Municipio	Productores	43	40	64	60	0	100
	IATR	23		35		29	
	IET	1.09		1.12		1.1	

Fuente: elaboración con datos de la encuesta (2013).

**Cuadro 3. Número de productores según el valor del GETP y valor de IET por zona agroecológica en el municipio de Zautla, Puebla, México.**

**Table 3. Number of producers according to the value of GETP and TEI value by agro-ecological zone in the municipality of Zautla, Puebla, Mexico.**

ZAE/Indicador		Bajo		Medio		Alto		Promedio	
		Núm.	(%)	Núm.	(%)	Núm.	(%)	Núm.	(%)
Bosque	Productores	0		17	15	7	7	24	22
	GETP	0		55		80		68	
	IET	0		1.22		1.11		1.17	
Cañada	Productores	5	5	32	30	7	7	44	42
	GETP	16		52		80		50	
	IET	0.66		1.06		1.01		0.9	
Llano	Productores	4	4	26	24	9	8	39	36
	GETP	20		54		80		51	
	IET	0.83		1.19		1.29		1.1	
Municipio	Productores	9	8	75	71	23	21	107	100
	GETP	18		53		80		50	
	IET	0.73		1.14		1.15		1	

Fuente: elaboración con datos de la encuesta (2013).

### Diseño del Modelo de Intervención Tecnológica (MIT)

Identificación de productores según su IET. Al aplicar la metodología se obtuvieron valores promedios del IET para cada tipo de productor y por ZAE. Estos rangos, así como los IATR, GETP y el IET, se exponen en el Cuadro 4.

regard, it is important to note that this technology package is recommended for all DDR Teziutlan which includes 30 municipalities, including Zautla.

Evaluation of progressive technologies. The GETP assessment showed that in handling the cornfields dominated by progressive innovations, since its value is

**Cuadro 4. Tipos de productores por rangos de IATR, GETP, IET y número de productores por tipo según su valor de IET en el municipio de Zautla, Puebla, México.**

**Table 4. Types of producer's ranges IATR, GETP, IET and number of producers by type by value of IET in the municipality of Zautla, Puebla, Mexico.**

ZAE/Tipos de productores	Rangos IET	IATR	GETP	IET	Número de productores	
Bosque	Bajo	0.558 - 0.963	23	-	0.695	5
	Medio	0.964 - 1.368	35	55.29	1.172	13
	Alto	1.369 - ∞	-	80	1.635	6
Cañada	Bajo	0.446 - 1.172	22.3	16	0.756	33
	Medio	1.173 - 1.899	36.11	52.87	1.361	6
	Alto	1.9 - ∞	-	80	2.248	5
Llano	Bajo	0.669 - 1.125	25.83	20	0.929	22
	Medio	1.125 - 1.581	35.37	53.84	1.37	12
	Alto	1.582 - ∞	-	80	1.769	5

Fuente: elaboración con datos de la encuesta (2013).

Estas cifras indican que los productores con alto IET emplearon, en promedio, el 80% de las innovaciones progresivas, predominando la asociación de cultivos y aplicación de estiércol. Por el contrario, en los productores de bajo IET prevalecieron las innovaciones radicales. Estos resultados coinciden con los de Mojena *et al.* (2000), quienes obtuvieron un IET de 1.2 en la asociación yuca-maíz y yuca-frijol, demostrando que el empleo de sistemas intercalados resulta agrónomicamente más eficiente que el monocultivo. Por su parte Cruz (2009), evaluó 14 tratamientos en las asociaciones de temporal maíz-frijol y maíz-higuerilla (8 en policultivo y 6 en monocultivo), obteniendo valores de eficiencia relativa de la tierra de 1.04 y en asociación.

Caracterización del patrón tecnológico de los productores eficientes. En el Cuadro 5 se exponen las actividades agrícolas aplicadas por los productores eficientes en el manejo de la milpa, constituyéndose en los patrones tecnológicos de cada ZAE.

26 units above the IATR. In addition, it was found that there is a statistically significant relationship between the value of GETP and IET ( $n=107$ ,  $r=0.3402$ ,  $p=0.0003$ ) so these technologies are related to the increase of the IET (Table 3).

The relevance of progressive technologies is the result of the adaptation of the natives to environmental conditions and the ancestral knowledge of the practices involved in the production process materials (Gómez *et al.*, 1999). Moreover, Damián *et al.* (2013), argue that the efficiency of progressive innovations is due to the use of more intensive farming practices, creating synergies between the resources involved in the management of the cornfields.

### Design intervention model technology (MIT)

Identification of producers by IET. By applying the methodology of the IET average values for each type of producer and ZAE they were obtained. These ranges, as well as IATR, GETP and the IET, are shown in Table 4.

**Cuadro 5. Patrón tecnológico aplicado en el manejo del maíz por los productores eficientes (alto IET) en cada Zona Agroecológica del municipio de Zautla, Puebla, México.**

**Table 5. Technological pattern applied in the management of maize by efficient producers (high IET) in each agro-ecological zone of Zautla, Puebla, Mexico.**

	ZAE/Actividades	Actividades/Tecnologías
Bosque	Conservación suelo (%)	Terrazas vivas (34); no aplica (66)
	Variedad semillas (%)	Criollas (100)
	Densidad plantas (ha)	104 613
	Asociación cultivos (%)	Frijol (100); calabaza(67); alverjón (33); frutales (50)
	Rotación cultivos (%)	Si (0); no (100)
	Aplicación estiércol (kg ha <sup>-1</sup> )	Si (0,675)*
	Apli. fertilizante/ha (%)	23-00-00 (17); 46-00-00 (17); otras (49); no aplica (17)
	Apli. herbicida/ha (%)	Si (0); no (100)
	Apli. insecticida/ha (%)	Si (0); no (100)
Cañada	Conservación suelo (%)	Bordo (20); no aplica (80)
	Variedad semillas (%)	Criollas (100)
	Densidad plantas (ha)	75 000
	Asociación cultivos (%)	Frijol (100); calabaza (60); manzana (40); durazno (20)
	Rotación cultivos (%)	Si (0); no (100)
	Aplicación estiércol (kg ha <sup>-1</sup> )	Si (1 853)*
	Apli. fertilizante/ha (%)	69-00-00 (40); 115-00-00 (20); no aplica (40)
	Apli. herbicida/ha (%)	Si (0); no aplica (100)
	Apli. insecticida/ha (%)	Si (0); no aplica (100)
Llano	Conservación suelo (%)	Terrazas vivas (20); zanjas (20); no (60)
	Variedad semillas (%)	Criollas (100)
	Densidad plantas (ha)	96 247
	Asociación cultivos (%)	Frijol (20); calabaza (40); haba (60); frutales (40); no (20)
	Rotación cultivos (%)	Maíz-frijol (20); no hace rotación (80)
	Aplicación estiércol (kg ha <sup>-1</sup> )	Si (1 470)*
	Apli. fertilizante/ha (%)	92-00-00 (40); 69-00-00 (40); otras fórmulas (20)
	Apli. herbicida/ha (%)	Si (0); no (100)
	Apli. insecticida/ha (%)	Dragón 1 lt ha <sup>-1</sup> (20); no (80)

Fuente: elaboración con datos de la encuesta (2013). \*Calculado de la producción anual de estiércol por especie animal según SAGARPA (2013).

Los productores eficientes representaron 25% en Bosque, 11% en Cañada y 13% en Llanos. En los Cuadros 4 y 5, sobresale que estos productores emplearon semillas criollas, asociaron más de un cultivo, principalmente maíz, frijol y calabaza acompañados de árboles frutales (manzana, durazno, pera, etc.); además, algunos rotaron

These figures indicate that the producers with high IET employed, on average, 80% of progressive innovations, predominating the association of crops and manure application. By contrast, in producing low IET prevailed radical innovations. These results coincide with those of Mojena *et al.* (2000), who obtained an IET of 1.2 in the

cultivos, incorporaron una mayor cantidad de estiércol e implementaron prácticas de conservación de agua y suelo. Hay que subrayar que estas prácticas agrícolas no se encuentran en el paquete tecnológico que recomienda el INIFAP.

El incremento del IET tiene su explicación en el tipo de manejo aplicado por los productores eficientes, el cual está fundado en el paradigma agroecológico. La agroecología busca diseñar sistemas agrícolas que imiten la dinámica de los ecosistemas naturales, donde la regulación interna de su funcionamiento es un producto de procesos y sinergias ligados a la biodiversidad (Altieri, 1999). Por ejemplo en la asociación maíz-frijol-calabaza los productores eficientes aprovecharon el diferente comportamiento fotosintético que presentan las plantas C4 (maíz) y C3 (frijol y calabaza) ya que las primeras requieren de mayor intensidad de luz; además, la presencia de leguminosas promueve la fijación nitrógeno que es aprovechado por los otros cultivos de la milpa. Por otro lado, el maíz le sirve de sostén al frijol, mientras que la calabaza incrementa la cobertura del suelo reduciendo su erosión, conservando la humedad y evitando el crecimiento excesivo de malezas (Altieri y Nicholls, 2010).

Además, Altieri y Nicholls, (2013) afirman que en los sistemas agrícolas biodiversos hay redundancia de especies, que se traduce en heterogeneidad ecológica. Son estos componentes redundantes los que permiten al sistema mantener su funcionamiento cuando ocurre un cambio ambiental. Por ello, mientras más biodiversidad funcional exista en el agroecosistema este será más productivo, estable, resiliente y sostenible (De Schutter, 2010). Del mismo modo, los estratos vegetales de la milpa proveen nichos ecológicos para diferentes especies de artrópodos depredadores y parasitoides de plagas, minimizando los problemas fitosanitarios (Nicholls y Altieri, 2002). La integración de biomasa en forma de estiércol incrementa el aporte de nutrientes, la aireación, la humedad y mejora la actividad biológica del suelo (Brechtel, 2004).

## Conclusiones

Desde hace tres décadas el gobierno mexicano se ha empeñado en combatir la pobreza alimentaria mediante la generación y transferencia de tecnologías radicales. Sin embargo, los resultados de esta investigación indican que el manejo del maíz llevado a cabo por los productores de Zautla es diferenciado y se realizó primordialmente como milpa.

yucca-maize and yucca-bean association, showing that the use of intercropping systems is agronomically more efficient than monoculture. Meanwhile Cruz (2009), evaluated 14 treatments in temporary associations corn-bean and corn-castor bean (8 polyculture and monoculture 6), obtaining values of relative efficiency of land of 1.04 and association.

Characterization of technological pattern of efficient producers. In the Table 5 exposed the agricultural activities implemented by efficient producers in the management of the cornfields, becoming the technological patterns of each ZAE.

The efficient producers accounted for 25% Forest, 11% in Cañada and 13% in Llanos. In the Tables 4 and 5, projecting that these producers used native seeds, they associated more than one crop, mainly maize, beans and pumpkin accompanied by fruit trees (apple, peach, pear, etc.); in addition, some rotated crops, incorporated a greater amount of manure and implemented water conservation practices and soil. It is emphasized that these agricultural practices are not in the technology package recommended by the INIFAP.

The IET increase is explained by the rate applied by efficient producers, which is based on the agro-ecological management paradigm. Agroecology seeks to design agricultural systems that mimic the dynamics of natural ecosystems, where the internal regulation of operation is a product of processes and synergies linked to biodiversity (Altieri, 1999). For example in the association maize-bean-pumpkin efficient producers took advantage of the different photosynthetic behavior presenting C4 plants (maize) and C3 (beans and pumpkin) as the first require higher light intensity; in addition, the presence of legumes promotes nitrogen fixation is used by the other cultures of the cornfields. On the other hand, corn serves as a support to the bean, while the pumpkin increases soil cover reducing erosion, retaining moisture and preventing weed overgrowth (Altieri and Nicholls, 2010).

In addition, Altieri and Nicholls (2013) state that in biodiverse agricultural systems is no redundancy of species, which translates into ecological heterogeneity. It is these redundant components that allow the system to keep functioning when an environmental change occurs. Therefore, the more functional biodiversity exists in the agroecosystem this will be more productive, stable, resilient

En este manejo prevalece un sincretismo tecnológico basado en un diálogo de saberes en el cual interactúan tecnologías radicales y progresivas, siendo las segundas predominantes, incluso sin ser reconocidas por el INIFAP. El mayor IET obtenido por los productores eficientes se debió al patrón tecnológico empleado, mismo que fue considerado como el MIT. El MIT está articulado al paradigma agroecológico, sobre todo al manejo agrobiodiverso del maíz y a los procesos complementarios y sinérgicos que se desprenden de esta biodiversidad. La transferencia del MIT podría resultar sencilla debido a que se acopla a las condiciones generales y concretas que intervienen en el manejo de la milpa. La adopción del MIT por los productores bajos y medios incrementaría el IET un 141 y 45% respectivamente y concretamente la producción y consumo de maíz se elevaría 127 kg *per cápita*, contribuyendo a reducir la pobreza alimentaria familiar.

## Agradecimientos

La presente investigación forma parte del proyecto de investigación: modelo de intervención tecnológica y seguridad alimentaria: el caso de los maiceros del municipio de Zautla, Puebla-México, con clave de registro: 00100, dirigido por el Dr. Miguel Ángel Damián Huato y financiado con recursos de la Vicerrectoría de Investigación y Estudios de Posgrados de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

## Literatura citada

- Altieri, M. A. 1999. Agroecología: bases científicas para una agricultura sustentable. Montevideo: Nordan- Comunidad. 325 p.
- Altieri, M. y Nicholls, C. 2010. Agroecología: potenciando la agricultura campesina para revertir el hambre y la inseguridad alimentaria en el mundo. *Economía Crítica*. 10:62-74.
- Altieri, M. y Nicholls, C. 2013. Agroecología y resiliencia al cambio climático: principios y consideraciones metodológicas. *Agroecología*. 1(8):7-20.
- Boltvinik, J. 2003. Tipología de los métodos de medición de la pobreza. Los métodos combinados. *Rev. Comercio Exterior*. 5(53).
- Brechelt, A. 2004. Manejo ecológico del suelo. Fundación Agricultura y Medio Ambiente (FAMA). 1ª. (Ed.): Santiago de Chile: RAPAL. 1819 p.
- Cassanova, A.; Quintero, P. y Hernández, A. 2001. Policultivos. *In: Funes, F.; García, L.; Bourque, M.; Pérez, N. y Rosset, P. (Coords.). Transformando el campo cubano. Avances agricultura sostenible. La Habana: ACTAF-FOOD, FIRST-CEAS. 225-234 p.*
- CIMMYT. 2014. Modernización sustentable de la agricultura tradicional (MasAgro).

and sustainable (De Schutter, 2010). Similarly, vegetable strata of the cornfields provide ecological niches for different species of arthropod predators and parasitoids of pests, minimizing phytosanitary problems (Nicholls and Altieri, 2002). The integration of biomass in the form of manure increases the supply of nutrients, aeration, moisture and improves soil biological activity (Brechelt, 2004).

## Conclusions

For three decades, the Mexican government has committed to combat food poverty through the generation and transfer of radical technologies. However, the results of this investigation indicate that the management of maize held by producers Zautla is differentiated and performed primarily as cornfields. In this management prevails technological syncretism based on a dialogue of knowledge in which they interact radical and progressive technologies, being the predominant second, even without being recognized by the INIFAP. The biggest IET obtained by efficient producers was due to technological pattern used, it was considered that MIT. The MIT is articulated to the agro-ecological paradigm, especially to agrobiodiversity management of maize and complementary and synergistic processes that emerge from this biodiversity. The MIT transfer could be simple because it is coupled to the general and specific conditions involved in managing the cornfields. The adoption of MIT by low and middle producers increase the IET 141 and 45% respectively and specifically the production and consumption of corn would rise 127 kg *per capita*, helping to reduce household food poverty.

*End of the English version*



- CONEVAL. 2013. La pobreza por ingresos en México, 2013. <http://www.coneval.gob.mx>.
- Cochran, W. G. 1982. Técnicas de muestreo. 3a. Impresión. CECSA. México, D.F. 513 p.
- Cruz, M. A. 2009. Eficiencia relativa de la tierra y perspectivas de dos policultivos de temporal en Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca. Tesis de Maestría. Oaxaca de Juárez: IPN. 145 p.
- Damián, M. A.; Cruz, A.; Ramírez, B.; Juárez, D.; Andrade, D. y Espinosa, Z. 2011. Innovaciones para mejorar la producción de maíz de temporal, en el distrito de desarrollo rural de libres, Puebla. Manual técnico. Puebla: Fomento Editorial BUAP.
- Damián, M. A.; Cruz, A.; Ramírez, B.; Romero, M. S. y Reyes, L. 2013. Maíz, alimentación y productividad: modelo tecnológico para productores de temporal de México. *Agricultura Sociedad y Desarrollo*. 2(10).

- De Schutter, O. 2010. Report submitted by the special rapporteur on the right to food. General Assembly. Human Rights Council Sixteenth Session. Agenda item 3A/HRC.
- Dismukes, J. 2005. Information accelerated radical innovation from principles to an operational methodology. *The Industrial Geographer*. 1(3):19-42.
- Gliessman, R. 1999. Un enfoque agroecológico en el estudio de la agricultura tradicional. En: González J. A. y Del Amo R. S. (Comp.). *Agricultura y sociedad en México: diversidad, enfoques, estudios de caso*. México: Universidad Iberoamericana.
- Gómez, G. G.; Ruíz, J. L. y Bravo, S. 1999. Tecnología tradicional indígena y conservación de los recursos naturales. *In: balance y perspectivas del derecho social y los pueblos indios de Mesoamérica*. VIII Jornadas Lascasianas. UNAM, México. 121-142 p.
- González, A. y Reyes, L. 2014. El conocimiento agrícola tradicional, la milpa y la alimentación: el caso del Valle de Ixtlahuaca, Estado de México. *Geografía Agrícola*. 53:21-42.
- Massieu-Trigo, Y. y Lechuga, J. 2002. El maíz en México: biodiversidad y cambios en el consumo. *Análisis Económico*. UAM. 17(36):281-303 p.
- Mojena, M.; Bertolí M. y Zaffaroni, E. 2000. Evaluaciones de plagas insectiles en agroecosistemas de intercalamiento de maíz (*ZREMAea mays*, L) y frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) con yuca (*Manihot esculenta*, Crantz). *Rev. Bras de Agroc.* 1(6):4-11.
- Morales, C. 2005. Pobreza, desertificación y degradación de los recursos naturales. Editado por 1ª (Ed.). Santiago de Chile: CEPAL.
- Nicholls, C. y Altieri, M. 2002. Biodiversidad y diseño agroecológico: un estudio de caso de manejo de plagas en viñedos. *Manejo integrado de Plagas y Agroecología*. (65): 50-64.
- Ranaboldo, C. y Venegas, C. 2007. Escalonando la agroecología. Procesos y aprendizaje de cuatro experiencias: Chile, Cuba, Honduras y Perú. Madrid: Plaza Valdés. (Ed.) 177 p.
- Ruiz, A. D.; Jiménez, L.; Figueroa, O. y Morales, M. 2012. Adopción del sistema milpa intercalada en árboles frutales por cinco municipios mixtes del estado de Oaxaca. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* 8(3):1605-1621.
- Sarandón, S. y Flores, C. 2014. *Agroecología: Bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables*. Buenos Aires: Editorial de la Universidad Nacional de La Plata (EDULP). 467 p.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2013. Programa Sectorial de Desarrollo Agropecuario, Pesquero y Alimentario 2013-2018.
- Stamm, V. B. 2008. *Managing innovation, design and creativity*. Hoboken, NJ: Wiley, J. and Sons.
- Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2013. Anuario estadístico de la producción agrícola.
- Turrent, A. 2014. *¿Seguridad alimentaria o estancamiento? La Jornada*, versión impresa.
- Van, W. R. J. 2004. A template for graduate programs in management of technology (MOT). Report to the education committee, International Association for Management of Technology (IAMOT).
- Vandermeer, J. 2002. *Tropical agroecosystems*. CRC press. Boca Raton.