



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

Instituto de Ciencias

Centro de Agroecología

Maestría en Manejo Sostenible de Agroecosistemas

POBREZA ALIMENTARIA E INNOVACIONES CAMPESINAS
EN EL MANEJO DE LA MILPA: EL CASO DEL MUNICIPIO
DE ZAUTLA, PUEBLA-MÉXICO

TESIS

Que para obtener el grado de

Maestro en Manejo Sostenible de Agroecosistemas

Presenta

MIGUEL ÁNGEL DE ITA CARO

Director de la Tesis

DR. MIGUEL ÁNGEL DAMIÁN HUATO

Puebla, Pue.

Noviembre, 2015

ÍNDICE GENERAL

| | |
|---|-----|
| ÍNDICE DE CUADROS | i |
| ÍNDICE DE FIGURAS | ii |
| AGRADECIMIENTOS | iii |
| AGRADECIMIENTOS PERSONALES | iv |
| DEDICATORIA | v |
| RESUMEN..... | vi |
| ABSTRACT | vii |
| INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| Planteamiento del problema..... | 1 |
| Marco teórico y conceptual | 6 |
| ANTECEDENTES | 10 |
| JUSTIFICACIÓN | 17 |
| OBJETIVOS | 19 |
| Objetivo General | 19 |
| Objetivos Específicos..... | 19 |
| MATERIALES Y MÉTODOS | 20 |
| Descripción del área de estudio | 20 |
| Metodología | 22 |
| I. Evaluación del Modelo de Intervención Tecnológico (MIT)..... | 22 |
| Diseño de cuestionario y aplicación de encuesta | 22 |
| Estimación del tamaño de la muestra..... | 23 |
| Cálculo del índice equivalente de la tierra (IET)..... | 24 |
| Cálculo del índice de apropiación de tecnologías radicales (IATR) | 25 |
| Cálculo del grado de empleo de tecnologías progresivas (GETP) | 26 |
| Tipología de productores según su IATR y GETP..... | 27 |
| II. Diseño del Modelo de Intervención Tecnológica (MIT) | 27 |
| Identificación del patrón tecnológico de los productores según su IET | 27 |
| Caracterización de los productores según su IET..... | 27 |
| Cálculo de la pobreza alimentaria | 28 |
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 29 |
| Artículo I..... | 30 |
| RESUMEN | 30 |

| | |
|------------------------------|----|
| ABSTRACT | 31 |
| INTRODUCCIÓN | 31 |
| MATERIALES Y MÉTODOS..... | 35 |
| RESUTADOS Y DISCUSIÓN | 39 |
| AGRADECIMIENTOS..... | 48 |
| LITERATURA CITADA..... | 48 |
| Artículo 2 | 52 |
| RESUMEN | 52 |
| INTRODUCCIÓN | 53 |
| MATERIALES Y MÉTODOS..... | 57 |
| RESUTADOS Y DISCUSIÓN | 60 |
| CONCLUSIONES | 70 |
| AGRADECIMIENTOS..... | 71 |
| LITERATURA CITADA..... | 71 |
| CONCLUSIONES GENERALES | 74 |
| RECOMENDACIONES | 75 |
| LITERATURA CONSULTADA..... | 78 |
| APÉNDICE | 85 |

ÍNDICE DE CUADROS

| | |
|---|------|
| Cuadro 1. Paquete tecnológico recomendado por el INIFAP para el manejo del maíz en el municipio de Zautla, Puebla, México. | 40 |
| Cuadro 2. Número de productores según el valor del IATR y valor del IET por Zona Agroecológica en el municipio de Zautla, Puebla, México. | 41 |
| Cuadro 3. Número de productores según el valor del GETP y valor del IET por Zona Agroecológica en el municipio de Zautla, Puebla, México. | 42 |
| 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. | 43 |
| 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. | 44 |
| Cuadro 6. Número de productores, ingreso real, ingreso potencial, IET real, IET potencial, porcentaje de reducción de la pobreza según tipo de productor por ZAE. | 47 |
| Cuadro 7. Tipos y número de productores por rangos de ERT y según el valor promedio de ERT por ZAE del municipio de Zautla, Puebla, México. | 61 |
| Cuadro 8. Paquete tecnológico del INIFAP para el manejo del maíz en Zautla, Puebla, México. | 6161 |
| Cuadro 9. Tipos y número de productores por ZAE según el valor promedio de IATR, GETP y ERT en el municipio de Zautla, Puebla, México. | 62 |
| Cuadro 10. Número de productores, ingreso real ingreso potencial, IET real, IET, potencial, porcentaje de reducción de la pobreza según tipo de productor por ZAE. | 70 |

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del municipio de Zautla y sus tres zonas agroecológicas.....21

Figura 2. Innovaciones agrícolas utilizadas en el manejo del maíz por los productores eficientes del municipio de Zautla, Puebla, México. 64

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 Posgrado de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

AGRADECIMIENTOS PERSONALES

A los habitantes del municipio de Zautla, Puebla, por detener sus actividades diarias para compartir el vasto conocimiento que tienen sobre el manejo del maíz y otros cultivos, lo que permitió obtener la información necesaria para el desarrollo de este trabajo.

A la coordinación de la Maestría en Manejo Sostenible de Agroecosistemas por brindarme todo el apoyo durante mi estancia en el posgrado, lo cual me permitió finalizar mis estudios adecuadamente.

Al Dr. Miguel Angel Damián Huato por su gran disposición en la dirección de esta tesis, por compartir conmigo sus conocimientos y experiencias durante la realización de este trabajo, pero sobre todo por su valiosa amistad.

A los miembros de mi comité tutorial: Dr. Omar Arenas Romero, Dr. Jesús Francisco López Olguín, Dr. Ignacio Ocampo Fletes y Dr. Arcangel Molina, por su apoyo absoluto y sus enriquecedoras aportaciones, las cuales incrementaron la calidad de este trabajo.

A mi mamá Marthita por su incondicional apoyo y motivación, aliciente necesario para concluir con éxito una etapa más de mi vida.

A mi esposa Natyeli por su interminable cariño y comprensión, por demostrarme diariamente con cada detalle el verdadero significado del amor.

A mis hermosas hijas Iyari y Yareni, por ser el principal motor de inspiración que me ha permitido avanzar y alcanzar cada una de las metas de mi vida.

A mi familia, amigos y compañeros de clase por todo su apoyo, sus risas y sus interminables muestras de cariño y amistad, de rodillas me tienen.

DEDICATORIA

*A mis hijas
Iyari Zoé y Mía Yareni*

RESUMEN

Los productores minifundistas de maíz (*Zea mays* L.) de temporal en México enfrentan múltiples desafíos, siendo la pobreza alimentaria lo que más preocupa, este problema es ocasionado en parte, por la baja productividad. En este proyecto 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 Zonas Agroecológicas (ZAE): Bosque, Cañada y Llanos. Se evaluaron las tecnologías radicales y progresivas aplicadas en el manejo del maíz y se agrupó a los productores en tres categorías: bajos, medios y altos según su IET, considerando el patrón tecnológico de los eficientes como el MIT. Los resultados mostraron que: todos los productores son pobres alimentarios; en el manejo del maíz se aplicaron tecnologías radicales y progresivas, predominando las segundas, las cuales influyeron en el incrementaron del IET. En promedio 15% de los maiceros resultaron ser eficientes, los cuales se caracterizaron por manejar el maíz asociado con otros cultivos (policultivo). El MIT está articulado al paradigma agroecológico, ya que promueve prácticas complementarias y sinérgicas. Con los resultados de esta investigación se diseñó un modelo de intervención tecnológica para los maiceros de bajo y medio IET, previendo potenciar sus productividades en 141 y 45% respectivamente y reducir la pobreza alimentaria en la que se encuentran.

Palabras clave: modelo de intervención tecnológico, índice equivalente de la tierra, productores eficientes, sistema milpa, agroecología.

ABSTRACT

Small corn (*Zea mays* L.) producers of temporary in Mexico face multiple challenges, food poverty being the greatest concern, this problem is caused in part by low productivity. In this project a model of technological intervention (MIT) was designed to improve the management of corn and earth equivalent index (IET) Zautla producers, Puebla, Mexico. grouped in three Agro-Ecological Zones (AEZ): Forest, Canada and Llanos. Low, medium and high by IET, considering the technological model of efficient and MIT: the radical and progressive technologies applied in the management of corn and producers grouped in three categories were evaluated. The results showed that: all food producers are poor; Corn in managing radical and progressive technologies are applied, predominantly the latter, which they influenced the increased EIT. On average 15% of the corn growers proved to be efficient, which is characterized by managing associate corn with other crops (polyculture). MIT is hinged to the agro-ecological paradigm as it promotes practices complementary and synergistic. The results of this research allowed to design a technological intervention model for low and medium corn producers EIT, providing boost their productivity in 141 and 45% respectively and reduce food poverty in which they find themselves.

Keywords: model of technological intervention, land equivalent ratio, efficient producers milpa system, agroecology.

INTRODUCCIÓN

Planteamiento del problema

Los pequeños productores agrícolas enfrentan múltiples desafíos, entre los que destacan: altos niveles de pobreza, hambre, migración y degradación de los recursos naturales. Estas problemáticas se agudizan con el cambio climático y el empleo cada vez más frecuente de los granos básicos para la producción de biocombustibles (Tarancón *et al.*, 2011). De estas dificultades, la pobreza es la de mayor preocupación para la comunidad internacional, sobre todo la que padece la población rural más vulnerable, integrada principalmente por agricultores minifundistas de régimen de temporal (FAO, 2002).

Considerando exclusivamente los ingresos, el CONEVAL (2013) reconoce tres tipos de pobreza: la patrimonial, la de capacidades y la alimentaria. La pobreza alimentaria es la que más agobia, ya que la indisponibilidad a los bienes alimenticios pone en peligro la subsistencia del propio individuo al perjudicar su salud física y mental, provocando una disminución de la productividad, la producción y los ingresos económicos (FAO, 2002).

En su mayoría, los pobres alimentarios se concentran en las zonas rurales; están constituidos por pequeños agricultores minifundistas, que siembran en condiciones edafoclimáticas adversas y con poca disponibilidad a los medios de producción. Por esta razón, instituciones como la FAO (2002), reconocen que la lucha para reducir la pobreza alimentaria debe comenzar en el campo, ya que esta condición se relaciona estrechamente con la productividad, por lo que será a través de un incremento sustancial en los rendimientos por hectárea que se pueda contrarrestar dicho problema.

¿Pero como lograr el incremento productivo de las regiones agrícolas de temporal de pequeña escala? El incremento de la productividad a través del tiempo, es resultado de la forma en cómo los productores manejan sus cultivos. A nivel mundial existen tres

paradigmas al respecto con marcadas diferencias epistemológicas, metodológicas y conceptuales. Estos paradigmas son:

Agricultura Industrial/Convencional/Empresarial: este enfoque se basa en el uso intensivo de maquinaria agrícola, insumos sintéticos (fertilizantes, herbicidas, pesticidas), semillas mejoradas (híbridos) y genéticamente modificadas (transgénicos) (Turrent *et al.*, 2012). A pesar de que este modelo logró incrementar la producción agrícola al término de la segunda guerra mundial, dicho incremento fue efímero, debido a las graves consecuencias generadas en contra del medio ambiente, del suelo, de la salud y de las estructuras de las familias rurales.

Los principales impactos negativos del uso de estas tecnologías son: la salinización y erosión de los suelos, por el uso excesivo de fertilizantes y plaguicidas; la contaminación atmosférica, debido a que los agroquímicos provienen de combustibles fósiles, por lo que son causantes del efecto invernadero y el uso excesivo del agua, que ha ocasionado el agotamiento de los mantos acuíferos. Asimismo, se incrementó aceleradamente la deforestación y la especialización agrícola, lo cual se reflejó en la pérdida de biodiversidad genética (Barg y Queirós, 2007).

Agricultura orgánica. En este enfoque agrícola se pueden encontrar dos vertientes: la primera se encuentra articulada a los intereses económicos de las grandes corporaciones transnacionales. Se basa esencialmente en la sustitución de insumos sintéticos por orgánicos y biológicos, pero conserva la misma lógica de manejo de la agricultura industrializada; es decir, la de incorporar insumos externos. Un problema creciente es el hecho de que los insumos alternativos se han convertido en mercancía, por lo tanto, los agricultores siguen dependiendo de proveedores, empresas o cooperativas (Rosset y Altieri, 1997). Además, este tipo de agricultura exige una certificación¹ expedida por agentes externos, generando una competencia desleal entre los productores, ya que sólo

¹ Los productos orgánicos certificados son aquellos que se producen, almacenan, elaboran, manipulan y comercializan de conformidad con especificaciones técnicas precisas (normas), y cuya certificación corre a cargo de un organismo especializado. Una vez que una entidad de este tipo ha verificado el cumplimiento de las normas que rigen el ámbito de los productos orgánicos, se concede una etiqueta al producto. Esta etiqueta respalda el proceso orgánico de producción.

aquellos con grandes ingresos pueden obtener este reconocimiento. Por ello, gran parte de los productores orgánicos quedan fuera del mercado, al no poder vender sus productos.

La segunda corriente es impulsada por los siguientes actores: una parte del sector académico, organizaciones no gubernamentales (ONG's), organizaciones científicas y algunas organizaciones campesinas; se trata de una agricultura que se podría llamar de transición, es decir, que está en un proceso de cambio entre una agricultura convencional hacia una agroecológica, ya que además de la sustitución de insumos, impulsa algunas prácticas de manejo emparentadas con la agroecología por lo que algunos la denominan agricultura ecológica. Esta agricultura se deslinda de las imposiciones de certificación y mercado impuestas por el capital, y su comercialización esta basada en el comercio justo que pagan consumidores de varios países principalmente de la unión europea (ISEI, 2012).

Agroecológica. La agroecología ha generado las herramientas teóricas y metodológicas para lograr la transformación de una agricultura industrializada, altamente dependiente de agroquímicos, semillas mejoradas, ligada al mercado y a la agroexportación, hacia un modelo alternativo, que promueve la agricultura a nivel local cuya producción sea abastecida por familias rurales y urbanas mediante la innovación, los recursos locales y la energía solar (Altieri y Toledo, 2011). La agroecología busca crear sistemas agrícolas con una mínima dependencia de agroquímicos e insumos externos; esto se logra a través de un diálogo de saberes basado en el uso de tecnologías modernas y tradicionales; además, promueve la aplicación de principios ecológicos como: el reciclaje de nutrientes y energía; el mejoramiento de la materia orgánica y la actividad biológica del suelo; la diversificación de especies de plantas y los recursos genéticos de los agroecosistemas en tiempo y espacio; la integración de cultivos con la ganadería, y la optimización de las interacciones y la productividad del sistema agrícola en su totalidad (Gliessman, 1998). Por lo que una de las características clave que diferencia a la agroecología de las otras opciones tecnológicas, es el establecimiento de complementariedades, interacciones y sinérgias entre los diferentes componentes del agroecosistema, las cuales se reflejan en atributos como una mayor productividad, resiliencia, estabilidad y sostenibilidad.

Considerando, como ya se dijo, que la agricultura orgánica se encuentra en un proceso de transición, desde el punto de vista de manejo destacan dos tipos: la convencional y la agroecológica. Metodológicamente estos dos enfoques presentan marcadas diferencias, ya que la primera está articulada en el paradigma productivista y la segunda en el agroecológico.

El paradigma productivista está basado en la aplicación de la “ley del mínimo” de Justus von Liebig la cual plantea que la productividad, cuantificada mediante los rendimientos por hectárea, no está determinada por el monto total de los recursos disponibles, sino por el recurso más escaso (Ronen, 2008). Esta visión, metodológicamente justifica la creación de “fórmulas de producción” a través de la experimentación agrícola, únicamente de aquellos elementos que limitan la producción.

Generar “fórmulas de producción”, epistemológicamente exige que se fraccione el manejo de cultivos en las distintas prácticas que las constituyen, tales como: labranzas de cultivo, arreglo topológico, fertilización, etc. Por ejemplo, si el factor limitante de los rendimientos son los nutrientes, bajo este enfoque se justifica la generación de dosis óptimas económicas de fertilizantes que puedan corregir esta restricción. En otras palabras, la ley del mínimo de Liebig promueve una visión reduccionista del manejo de cultivos.

Por su parte, el enfoque agroecológico se fundamenta en una visión holística del manejo de cultivos, ya que no solo pretende la maximización de la producción de un componente particular; sino la optimización del agroecosistema en lo económico, social y ecológico (Altieri, 1999). Además, la productividad no se puede considerar a través del rendimiento de un solo cultivo, si no a través de la eficiencia relativa de la tierra que considera los rendimientos de todos los cultivos que coexisten en el agroecosistema. Sobre todo en el caso del maíz que normalmente se siembra asociado con otros cultivos, sistema agrícola conocido como milpa.

Considerando la pobreza alimentaria en que viven los productores de maíz de temporal surgen los siguientes cuestionamientos: ¿Cuáles son las mejores innovaciones tecnológicas utilizadas en el manejo del maíz?, ¿La aplicación de las innovaciones eficientes por parte de todos los productores puede reducir la pobreza alimentaria?

En esta investigación se construye un Modelo de Intervención Tecnológico que da respuesta a estas preguntas, mismo que se validó con productores de maíz de temporal del municipio de Zautla, Puebla, México. Para su diseño, primero se evaluaron las tecnologías radicales y progresivas aplicadas en el manejo del maíz; a partir de ahí se construyó una tipología de productores según el grado de empleo de dichas tecnologías; posteriormente los maiceros se agruparon en bajos, medios y altos de acuerdo a su índice equivalente de la tierra y los productores con mayor índice fueron considerados como eficientes. El patrón tecnológico que utilizaron estos productores se propone transferirlo a los menos productivos, lo cual, hipotéticamente permitirá desplegar las fuerzas productivas que se encuentran latentes en los productores menos eficientes, para incrementar su productividad por hectárea y contribuir a reducir los niveles de pobreza alimentaria que existen en el municipio.

Marco teórico y conceptual

Crear una opción tecnológica para revertir la pobreza alimentaria mediante el incremento de la productividad de maíz representa un desafío, debido a que por un lado, en su estudio se entrecruzan diversos conceptos: pobreza alimentaria, eficiencia relativa de la tierra, manejo de cultivos, tecnología, diálogo de saberes, agroecología, agroecosistema, etc., y, por otro lado, esta situación se complejiza con los diferentes enfoques teóricos existentes para abordar cada concepto.

En la actualidad, existe una álgida discusión entre los teóricos sociales sobre cómo definir la pobreza. Para la mayoría de estudiosos, la pobreza es entendida como la insuficiencia de recursos económicos que padecen las personas, cuya consecuencia genera un nivel de vida inadecuado, es decir, con carencias y privaciones (Altimir, 1979; Ravallion, Chen y Sangraula, 2007). Otra corriente, argumenta que la pobreza debe entenderse como la privación de capacidades; es decir, de falta de oportunidades para evitar la privación de capacidades económicas mínimas y habilidades sociales elementales (Towsend, 2003, Sen y Foster, 2003). Boltvinik (2003), unifica estas posturas y concibe a la pobreza como aquella carencia humana derivada de limitaciones de recursos económicos o fuentes de bienestar como: el ingreso, los activos básicos y no básicos, el acceso a bienes y servicios gratuitos, los conocimientos, las habilidades, y el tiempo disponible.

En esta investigación se asume como concepto de pobreza el planteado por el CONEVAL (2013), el cual indica que una persona se encuentra en situación de pobreza cuando tiene al menos una carencia social (rezago educativo, acceso a servicios de salud, acceso a la seguridad social, calidad y espacios de la vivienda, servicios básicos en la vivienda y acceso a la alimentación). Asimismo, si su ingreso es insuficiente para adquirir los bienes y servicios que requiere para satisfacer sus necesidades alimentarias y no alimentarias. La misma fuente reconoce tres tipos de pobreza: de capacidades, patrimonial y alimentaria. La que más preocupa es la pobreza alimentaria, definida como “la incapacidad para obtener una canasta básica alimentaria, aun si se hiciera uso de todo

el ingreso disponible en el hogar para comprar sólo los bienes de dicha canasta”. En este trabajo se calcularon los ingresos a partir de los gastos realizados por la unidad familiar.

Una alternativa para aminorar la pobreza alimentaria es a través del incremento de la productividad agrícola, sobre todo si este aumento se da en granos esenciales para la alimentación de la sociedad rural, como es el caso del maíz, especialmente cuando se siembra como milpa. El sistema milpa se distingue por tener como cultivo principal el maíz al cual se le añade la siembra de frijol, calabaza, tomate, chile, entre otros. “Estos cinco alimentos pueden satisfacer los requerimientos nutricionales necesarios para el desarrollo del ser humano” (Mera, 2007).

Debido a esta particularidad de la milpa, resulta insuficiente evaluar los rendimientos de cada cultivo de manera independiente, si no que se deben considerar todos los productos del agroecosistema. Para ello se emplea el Índice Equivalente de la Tierra (IET) el cual, representa la superficie relativa de tierra cultivada en monocultivo que se requiere para obtener la misma producción que en asociación (Cassanova *et al.*, 2001). Por ejemplo, se ha demostrado que sembrando de manera conjunta yuca y maíz se produce la misma cantidad que 1.2 hectáreas de los mismos cultivos sembrados por separado (Mojena *et al.*, 2000).

El incremento de la eficiencia relativa de la tierra se puede conseguir al optimizar el manejo de la milpa. Damián *et al.* (2013), consideran que en el manejo de cultivos intervienen dos tipos de condiciones de producción: a) las generales, que pueden ser endógenas (clima, flora, fauna, etc.) y exógenas (programas públicos, rasgos de la unidad familiar, características del territorio, etc.) al proceso productivo y b) las concretas, referidas a los factores que participan directamente en la producción (tierra, maquinaria, capital, tecnología, conocimiento y capacidad de los productores, etc.). La forma en cómo el productor combina y aplica estos recursos en el proceso productivo, explica de manera específica cómo se manejan los cultivos. Con este fin el productor ejecuta en campo múltiples actividades (siembra, labores de cultivo, fertilización, etc.) aplicadas

sucesivamente durante el ciclo agrícola. En estas actividades el productor puede aplicar innovaciones radicales o progresivas, o un diálogo de saberes.

El componente que más influye en el manejo de la milpa es la tecnología. En este trabajo se asume que la tecnología es el medio a través del cual se traslada el conocimiento científico a la solución de problemas concretos de manera efectiva (Van Wyk, 2004). Los cambios tecnológicos se logran a través de la innovación, definida como el camino mediante el cual el conocimiento se traslada y se convierte en un proceso, un producto o un servicio que incorpora nuevos componentes tecnológicos, con el fin de ofrecer ventajas para el mercado o la sociedad (Dismukes, 2005; Formichella, 2005).

Las innovaciones se clasifican en progresivas y radicales; las innovaciones progresivas son aquellas mejoras sucesivas y graduales a las que son sometidos todos los productos y procesos. Mientras que las innovaciones radicales consisten en la introducción de un producto o proceso totalmente nuevo que usualmente genera una ruptura capaz de iniciar un rumbo tecnológico distinto (Stamm, 2008).

Las innovaciones aplicadas en el manejo de la milpa influyen en el incremento de la productividad. Estas innovaciones se forjan a través de un “diálogo de saberes” entre innovaciones progresivas y radicales. Bastidas (2009), define el diálogo de saberes como un proceso comunicativo en el que interaccionan dos lógicas diferentes: la del conocimiento científico y la del saber cotidiano, mismas que se complementan mutuamente. Para Leff (2011), el diálogo de saberes es un esfuerzo epistemológico y metodológico por unificar el conocimiento a través de la teoría de sistemas y el pensamiento complejo, que se traduce en una nueva perspectiva para comprender y construir un mundo global, sustentado en la diversidad cultural y en la coevolución de las culturas en relación con sus territorios biodiversos. El diálogo de saberes permite generar una visión integradora y multidimensional de la realidad, contemplando el reconocimiento y la valoración de las experiencias y conocimientos de los productores locales, por ello constituye un objetivo fundamental de la investigación agroecológica (Toledo, 2005).

La agroecología surge como un paradigma agrícola con una perspectiva ecológica que incorpora saberes de diferentes disciplinas científicas, y que rescata el conocimiento tradicional. Se presenta como una alternativa viable ante la profunda crisis ecológica producida en gran medida por las prácticas agroindustriales. León (2012), define a la agroecología como “la ciencia que estudia la estructura y función de los agroecosistemas tanto desde el punto de vista de sus interrelaciones ecológicas como culturales”. Una marcada diferencia con la agricultura convencional es que la agroecología no pretende únicamente hacer eficiente a un componente particular de la producción; sino optimizar el agroecosistema en su totalidad, en sus aspectos económicos, sociales y ecológicos (Altieri, 1999).

El agroecosistema es el concepto central de la agroecología, constituye su objeto de estudio y de investigación. El concepto agroecosistema según diversos autores (Hernández X., 1977; Montaldo, 1982; Odum, 1985), hace referencia únicamente a ecosistemas que han sido modificados por el hombre para la producción agrícola. Para Altieri (2003), los agroecosistemas son comunidades de plantas y animales que interactúan con su ambiente físico y químico, el cual, ha sido modificado para producir alimentos, fibra, combustible y otros productos de consumo y procesamiento humano. Sin embargo, León (2010), considera que el concepto agroecosistema posee mayores alcances y lo considera como “...el conjunto de relaciones e interacciones que suceden entre suelos, climas, plantas cultivadas, organismos de distintos niveles tróficos y los grupos humanos en determinados espacios geográficos, cuando son enfocados desde el punto de vista de sus flujos energéticos y de información, de sus ciclos materiales y relaciones simbólicas, sociales económicas y políticas...”

Desde esta perspectiva, el incremento de la productividad se debe abordar con una visión holística, compleja, transdisciplinar, ya que es resultado de la interacción de los factores ambientales, culturales, sociales y económicos que influyen en el manejo de los cultivos.

ANTECEDENTES

En México son diversos los programas tecnológicos gubernamentales que se han implementado con la finalidad de mejorar el manejo de los cultivos e incrementar los rendimientos de maíz. Las iniciativas surgidas del gobierno federal se han caracterizado por promover el modelo agrícola convencional, por lo tanto se han basado en la aplicación de innovaciones radicales. Entre los programas más significativos se encuentran:

El Programa Sectorial de Desarrollo

El Programa Sectorial de Desarrollo Agropecuario Pesquero y Alimentario 2013-2018, propone como visión estratégica “la construcción de un nuevo rostro del campo sustentado en un sector agroalimentario productivo, competitivo, rentable, sustentable y justo, que garantice la seguridad alimentaria del país” (SAGARPA, 2013).

Para lograrlo se desarrolló una estrategia integral impulsada por diez pilares del cambio, entre los que destacan: elevar la productividad del minifundio a través de modelos de asociatividad (clúster) y su integración a la cadena productiva, y promover la producción nacional de insumos estratégicos: fertilizantes y semillas mejoradas. Con estas prácticas se busca aumentar la producción nacional de maíz un 24% al pasar de 20.2 a 25 millones de toneladas del 2012 al 2018 (SAGARPA, 2013). Sin embargo, datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) del 2013, indican que el incremento promedio de los últimos 20 años únicamente fue del 10%.

Para incrementar el rendimiento del maíz, el programa sectorial en concreto pone en marcha el programa de Apoyo a la Cadena Productiva de Productores de Maíz y Frijol (PROMAF) el cual busca:

“Contribuir a la seguridad alimentaria nacional y fortalecer la competitividad de los productores de maíz y frijol por medio del otorgamiento de apoyos en servicios de asistencia técnica, capacitación, innovación tecnológica,

desarrollo organizativo y mecanización de las unidades productivas, así como la inducción hacia una agricultura sustentable y el uso del crédito para capitalizarse y mejorar su rentabilidad” (SAGARPA, 2013).

El PROMAF esta vinculado con MasAgro otro programa de la SAGARPA, el cual imparte capacitación a todos sus beneficiarios, sustentado en prácticas convencionales del manejo de maíz, como son el uso intensivo de maquinaria y agroquímicos, esto resulta contraproducente para la mayoría de los productores que viven en las zonas marginadas del país.

El programa MasAgro

El programa Modernización Sustentable de la Agricultura Tradicional (MasAgro), es desarrollado por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) en conjunto con la SAGARPA. Sus objetivos centrales son “elevar las capacidades productivas de los pequeños productores de maíz y trigo, asegurar mejores rendimientos que contribuyan a la suficiencia alimentaria y hacer frente a los efectos del cambio climático, a través de prácticas agronómicas sustentables, además de tener impacto en el ingreso, el empleo y el arraigo en el medio rural” (SAGARPA, 2013).

Este programa cuenta con una inversión de \$138 millones de dólares y tendrá una duración de 10 años (2010-2020), en este periodo se busca incrementar los rendimientos de maíz de 5 a 10 millones de toneladas anuales en zonas de temporal, elevando la producción de maíz de 2.2 a 3.7 toneladas por hectárea, este proyecto se basa en un modelo de “agricultura de conservación” y de semillas mejoradas (CIMMYT, 2014). Turrent (2012, 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, debido a las dificultades de su operación sobre todo en los pequeños predios de ladera. Por otro lado, la sustitución de semillas nativas por materiales mejoradas no ha sido muy bien aceptado por los productores, además de que este hecho atenta contra la biodiversidad.

La visión tecnológica de las empresas trasnacionales

Una tercera propuesta, impulsada por las empresas transnacionales y el gobierno mexicano, es la siembra de maíz transgénico, la cual sostiene que mediante el uso de transgénico se incrementará la productividad y se reducirá la emisión de gases de efecto invernadero. Esto resulta ser una falacia por varias razones: está comprobado que el uso de maíz transgénico no determina forzosamente mayores rendimientos (Gurian-Sherman, 2009); además, estas semillas están diseñados para una producción a gran escala, en tierras de alta calidad y con condiciones climatológicas estables, aspectos que contrastan con la realidad agrícola que se vive en las zonas rurales del país.

Asimismo, el uso de estas semillas reduciría la biodiversidad genética de maíz, por lo que, si se permite la siembra de semillas transgénicas, estas se cruzarían con las variedades nativas creando con el tiempo homogeneidad génica. Esto sin considerar que diversos estudios demuestran que el consumo de maíz transgénico produce efectos nocivos a la salud humana y animal (Seralini *et al.*, 2009; Paganelli *et al.*, 2010). Por último, el argumento de que el maíz transgénico es una protección contra el cambio climático es falsa, ya que la implementación de estas semillas conlleva la utilización de un paquete tecnológico caro, basado en la aplicación de agroquímicos. Esto atenta contra el medio ambiente y contra la economía de los productores, además desplazaría el uso de semillas nativas, las cuales han demostrado estar adaptadas a las condiciones edafoclimáticas locales y resistir mejor el cambio climático (Turrent *et al.*, 2012).

Las tres estrategias tecnológicas a las que se ha hecho referencia, se sustentan en la generación y aplicación de innovaciones radicales como son: el empleo indiscriminado de insumos de síntesis química (fertilizantes, herbicidas, pesticidas etc.) y semillas mejoradas o transgénicas, así como el uso elevado de los medios de producción (Turrent *et al.*, 2012). Esta tecnología tiene su génesis en la “Revolución Verde”, puesta en marcha en México en los años cuarenta del siglo pasado con el apoyo y financiamiento de la fundación Rockefeller y el gobierno mexicano. En el desarrollo de este modelo agrícola

han intervenido diferentes instituciones: la Oficina de Estudios Especiales (OEE: 1943), el Instituto de Investigaciones Agrícolas (IIA: 1947), Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA: 1960) y actualmente la generación y difusión de estas innovaciones esta a cargo del Instituto Nacional de Investigaciones Forestal, Agrícola y Pecuaria (INIFAP) (Damián *et al.*, 2013).

Sin embargo, es importante destacar que en México y en otras partes del mundo, se han desarrollado estrategias productivas muy diferentes a la agroindustrial, alternativas que promueven la creación de sistemas agrícolas biodiversos, amigables con el medio ambiente y que rescatan y revaloran las prácticas tradicionales campesinas, destacando:

Milpa Intercalada con Árboles Frutales (MIAF)

El MIAF fue desarrollado por Turrent y Cortes como una alternativa para las pequeñas unidades de producción campesina y étnica. El MIAF es un sistema agroforestal de cultivo intercalado, constituido por tres especies, el árbol frutal (epicultivo), el maíz (mesocultivo) y frijol u otra especie comestible (sotocultivo) que tiene como propósitos: la producción de maíz y frijol como elementos estratégicos para la seguridad alimentaria de las familias rurales, incrementar el ingreso neto familiar, aumentar el contenido de materia orgánica y controlar la erosión hídrica del suelo para lograr un uso eficiente del agua de lluvia (Cortes *et al.*, 2005). 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).

Esta estrategia tiene ventajas y desventajas. Dentro de las ventajas se encuentran: su eficiencia en la conservación del suelo y en la disminución de los escurrimientos, su alta capacidad para almacenar carbono y el ser una tecnología económicamente y socialmente viable. Pero presenta algunas desventajas como: la alta inversión inicial debido al número de árboles requeridos y requiere de una asesoría especializada sobre todo en el manejo de los árboles frutales (Cortés *et al.*, 2001). Sin embargo, dado que

esta tecnología es divisible, su transferencia y adopción puede ser gradual, es decir el productor puede empezar en una fracción de su terreno de acuerdo a sus posibilidades.

Campesino a Campesino

El Movimiento "Campesino a Campesino" (CaC), tiene su origen en experiencias de capacitación horizontal en Guatemala, México y Honduras. Se inicia como tal en Nicaragua a través de la Unión Nacional de Agricultores y Ganaderos de Nicaragua UNAG en 1987. Ha demostrado su eficiencia por más de veinticinco años, las claves de su éxito radican en el estímulo de prácticas agroecológicas sencillas, que no son culturalmente invasivas; y sobre todo en que el proceso de transferencia es llevado a cabo por los propios campesinos.

[...el Movimiento de Campesino a Campesino es actualmente un movimiento nuevo para el cambio social. Se sustenta en principios agroecológicos, en la solidaridad y la innovación. El Movimiento resiste a la mercantilización que degrada la ecología y destruye el bienestar social, la tierra, el agua y la diversidad genética, y asegura los derechos de los pequeños agricultores para determinar una posibilidad más equitativa y sustentable para el desarrollo agrícola...] (Holt Giménez, 2008).

Las innovaciones tecnológicas de este enfoque se centran en la conservación de suelos, actividad clave dentro de la dimensión agroecológica. Por ello, en el diagnóstico de un agroecosistema se prioriza el análisis de los siguientes aspectos: los tipos de suelo y su capacidad productiva, el estado y manejo de la fertilidad orgánica de los suelos y la capacidad de retención y regulación de humedad de los suelos.

Escalonando la Agroecología

Escalonando la Agroecología es un proyecto cuyo objetivo principal fue apoyar el proceso de desarrollo agrícola en sectores campesinos mediante la concertación institucional y la

capacitación de agricultores y técnicos como estrategia de promoción de principios y tecnologías agroecológicas. El propósito clave fue transferir iniciativas y prácticas agroecológicas que han alcanzado en Cuba, Chile, Honduras y Perú un nivel de éxito significativo en términos de la reducción de la pobreza, el mejoramiento de la seguridad alimentaria y del manejo de los recursos naturales buscando expandir los beneficios de tales iniciativas a un número mayor de agricultores en zonas más amplias.

“En el contexto de este proyecto, escalonamiento se definió como "lograr un incremento notable del conocimiento y el manejo de principios y tecnologías agroecológicas, entre productores de comunidades, zonas agroecológicas y condiciones socioeconómicas diferentes y entre actores institucionales vinculados al fomento productivo del sector campesino". A su vez, el enfoque agroecológico adoptado, tal como lo promovió el Consorcio Latinoamericano de Agroecología y Desarrollo (Clades) y otras ONG´s en América Latina, hacía referencia a tomar en cuenta aspectos ambientales, técnicos, económicos, sociales y culturales como herramienta integral para lograr el desarrollo rural sustentable” (Ranaboldo y Venegas, 2007).

Cabe resaltar, que estas tres estrategias tecnológicas; a diferencia de las primeras, se fundamentan en el paradigma agroecológico, donde predomina el uso de innovaciones progresivas milenarias que se caracterizan por promover procesos ecológicos como: el reciclaje de nutrientes, el incremento de la actividad biológica del suelo, la diversificación de cultivos y la optimización de las interacciones del sistema agrícola en su totalidad (Gliessman, 1999). Su éxito radica en la generación de interacciones, complementariedades y sinergias entre los diferentes elementos del agroecosistema, mismas que se traducen en mayor productividad y en múltiples servicios ecosistémicos. La generación y difusión de esta tecnología se ha llevado a cabo principalmente por campesinos, académicos, organizaciones no gubernamentales y asociaciones rurales.

El modelo de intervención tecnológico que se propone en esta investigación asume, por una parte, que en el "cómo hacerlo" radica la clave del éxito del incremento de la

productividad y, por otra parte, que la transferencia de las prácticas exitosas probablemente se optimiza cuando las actividades son conocidas y transmitidas por los propios productores.

JUSTIFICACIÓN

Las políticas públicas a nivel mundial y particularmente en México cuyo objetivo ha sido disminuir los índices de pobreza alimentaria, en general, han fracasado. Actualmente, en el mundo hay 879 millones de personas que presentan subnutrición (12.5% de la población mundial). En México existen 45.5 millones de personas que viven en situación de pobreza, de los cuales 27.4 millones son pobres alimentarios. Puebla ocupa la cuarta posición nacional con 1.9 millones de personas (30% del total de la población estatal) con carencia a la alimentación, mientras que en Zautla 5,158 personas (38% del total municipal) padecen hambre (CONEVAL, 2013). Recientemente el CONEVAL (2015) anunció que el número de pobres alimentarios a nivel nacional se incrementó en un 2.1%, situación que agrava este problema.

En México el producto agrícola más importante es el maíz, al ser el alimento esencial de la canasta básica de los mexicanos. México es considerado centro de origen del maíz, por lo que posee una diversidad genética única e insustituible (Nadal *et al.*, 2005). Fournier (1996), considera que el maíz es el cultivo nacional por antonomasia, debido a que se encuentra distribuido en todos los estados, climas y altitudes, además, se siembran diversas variedades y se consume de distintas formas: tortillas, atoles, tamales, etc. Mexico es el mercado más grande de maíz en el mundo, al consumir el 11% de la producción mundial. En promedio, cada mexicano consume 115 kg de maíz anualmente, cifra muy superior al promedio mundial que es de 16.8 kg *per cápita* (Massieu, 2002).

La relevancia de este grano radica en que ha constituido la base de la alimentación de los pueblos mesoamericanos y por ser uno de los pilares de su cultura (Álvarez, 2009). Además su gran adaptabilidad y la variedad de productos que se obtienen de él, han permitido su cultivo en diferentes regiones del mundo, convirtiéndose en uno de los alimentos primordiales para la humanidad.

Por otro lado, el maíz es considerado mundialmente como el principal cultivo tanto por la superficie sembrada como por el volumen de producción obtenido. En el mundo se

producen actualmente en promedio 630.3 millones de toneladas de maíz cada año (Asturias, 2004; Polanco y Flores, 2008). Los principales países productores de esta semilla son Estados Unidos y China, los cuales representan cerca del 60% de la producción mundial (FAOSTAT, 2013), aunque dicha producción es destinada principalmente a la alimentación del ganado y a la producción de biocombustibles.

En México se siembran 7.3 millones de hectáreas de maíz, de las cuales 6.1 millones de hectáreas son de temporal y el resto de riego, el rendimiento promedio en régimen de temporal es de 2,240 kg por hectárea y la de riego es de 7,500 kg por hectárea. Esto arroja un promedio nacional de 3,300 kg por hectárea (SIAP, 2013).

Uno de los problemas que tiene este grano es su baja productividad. Por esta razón, la producción de maíz en México ha disminuido en los últimos años, ya que pasó de ocupar el cuarto lugar mundial en 2008 a la séptima posición en 2011 (FAOSTAT, 2011). Al contrastar el rendimiento promedio de México con el promedio mundial, este último se encuentra 1,900 kg por hectárea por arriba del promedio nacional, y países como Estados Unidos y Brasil lo superan por más de 6,500 kg por hectárea. Estos bajos rendimientos obligan al gobierno mexicano a importar, según Turrent *et al.* (2012), cerca del 50% del volumen de maíz que se consume en el país.

En el estado de Puebla se siembran 574 mil hectáreas de maíz, lo que corresponde al 60% del total del área sembrada en la entidad; 91% son de temporal, con un rendimiento promedio de 1,540 kg por hectárea; el resto son de riego cuyo rendimiento promedio es de 4,370 kg por hectárea. Mientras que en el municipio de Zautla se cultivan 3,560 hectáreas de temporal, de las cuales 70% están sembradas con maíz, con un rendimiento promedio de 650 kg por hectárea y un volumen de producción de 2,713 toneladas (SIAP, 2013), es decir, su rendimiento está 80% debajo del promedio nacional.

Ante el contexto de los bajos rendimientos de maíz, el incremento de la productividad se vuelve un asunto urgente que se debe resolver.

OBJETIVOS

Objetivo General

Evaluar las innovaciones tecnológicas aplicadas en el manejo de la milpa y diseñar un modelo de intervención tecnológico basado en el patrón tecnológico de los productores eficientes, con el fin de incrementar el índice relativo de la tierra por hectárea y contribuir a reducir la pobreza alimentaria de los productores de temporal en el municipio de Zautla, Puebla, México.

Objetivos Específicos

- Evaluar el uso de las innovaciones radicales y progresivas aplicadas por los maiceros de temporal en cada Zona Agroecológica del municipio de Zautla; Bosque, Cañada y Llanos, con la finalidad de conocer las tecnologías que predominan en cada región.
- Diseñar un modelo de intervención tecnológico basado en las prácticas agrícolas aplicadas por los productores eficientes en cada Zona Agroecológica para su posible transferencia a los productores menos productivos, contribuyendo a la disminución de la pobreza alimentaria.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio

El municipio de Zautla se localiza al norte del estado de Puebla, en la región natural conocida como Sierra Norte, la cual está formada por tres provincias morfotectónicas: a) La Sierra Madre Oriental, b) El Eje Neo volcánico Transversal y c) La Planicie Costera del Golfo (Ferrusquía, 1993). Es por ello que Zautla presenta un relieve irregular y accidentado, exceptuando el extremo oriente donde la topografía es plana.

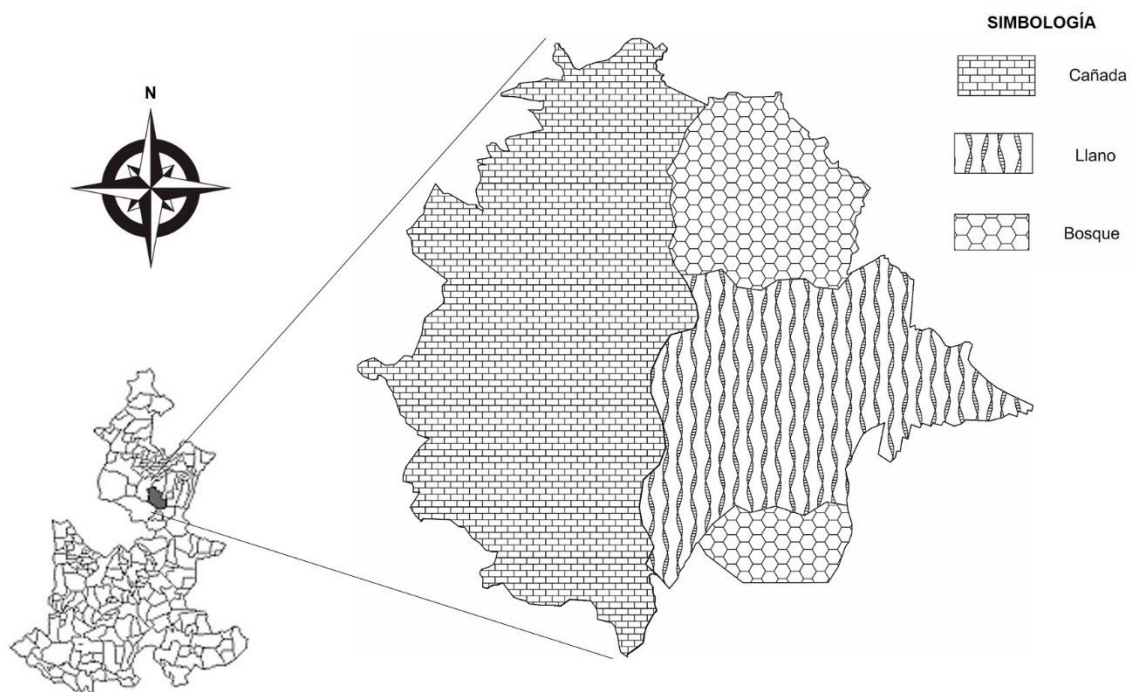
Sus coordenadas geográficas son los Paralelos 19° 39' 00" y 19° 48' 18", de latitud Norte y los meridianos 97°34'18" y 97°46'24" de longitud occidental. Colinda al norte con Xochiapulco, al este con Zacapoaxtla y Tlatlauquitepec, al sur con Cuyoaco e Ixtacamaxtitlán y al oeste con Tetela de Ocampo. Tiene una superficie de 274.27 kilómetros cuadrados y alcanza una altura que oscila entre 1,760 y 2,900 metros sobre el nivel del mar. Según su toponimia Zautla (Tzahuitl, hilar, tejer y Tlalli, tierra) significa "Lugar de los que hilan o hacen algunos tejidos".

Zautla se localiza en la vertiente hidrográfica septentrional formada por distintas cuencas parciales de los ríos que desembocan en el Golfo de México. Pertenece a la cuenca del río Apulco y cuenta con dos ríos importantes: El Apulco y el Chilapa. El municipio se ubica en la zona de climas templados del estado, presenta tres climas: Clima templado húmedo con abundantes lluvias en verano, en el extremo norte. Clima templado subhúmedo con lluvias de verano; en la parte meridional del municipio y el Clima templado húmedo con lluvia en verano, presente en la franja latitudinal norte del municipio. La mayor parte del territorio está cubierta por bosques de pino y asociaciones de pino-encino; destacan especies arbóreas como: pino colorado, lacio, encino quebrado, ocote, oyamel y soyate acompañados en ocasiones por vegetación secundaria arbustiva.

En el municipio se localizan cinco tipos de suelo, predominando los Luvisoles, que son suelos arcillosos de fertilidad moderada, ubicados al occidente del municipio. Los

Litsoles, suelos poco desarrollados, muy delgados y rocosos, se localizan en gran parte de la zona sur. Asimismo, los Regosoles, suelos muy jóvenes, generalmente resultado del depósito reciente de roca y arena, se sitúan al centro del municipio, presentan fase lítica es decir roca a menos de 50 cm de profundidad. También existen aunque en menor cantidad los Feozem, cuyo color oscuro se debe al alto contenido de materia orgánica, son adecuados para cultivos que toleran exceso de agua y se localizan a lo largo de la rivera del río Apulco y otros arroyos. Por último el Andosol, suelo oscuro, muy ligero y con alto contenido de ceniza, se localiza al noroeste del municipio.

Las condiciones topográficas originan diferencias agroecológicas muy marcadas, por lo que este estudio se abordó dividiendo la superficie del municipio en tres Zonas Agroecológicas (ZAE): Zona de Bosque, Zona de Llano y Zona de Cañada, las cuales, se caracterizan por poseer condiciones edafoclimáticas distintivas (Mapa 1).



Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI (2009).

Figura 1. Ubicación del municipio de Zautla y sus tres zonas agroecológicas

Metodología

La metodología de esta investigación se dividió en dos etapas:

Etapas I. Evaluación del Modelo de Intervención Tecnológico

- Diseño de cuestionario y aplicación de encuesta
- Estimación del tamaño de la muestra
- Cálculo del índice equivalente de la tierra (IET)
- Cálculo del índice de apropiación de tecnologías radicales (IATR)
- Cálculo del grado de empleo de tecnologías progresivas (GETP)
- Tipología de productores según su IATR y GETP

Etapas II. Diseño del Modelo de Intervención Tecnológico

- Identificación del patrón tecnológico de los productores según su IET
- Caracterización de los productores según su IET
- Cálculo de la pobreza alimentaria

I. Evaluación del Modelo de Intervención Tecnológico (MIT)

Diseño de cuestionario y aplicación de encuesta

A partir de recorridos de campo realizados por todas las comunidades del municipio de Zautla se diseñó un cuestionario y se aplicó una encuesta. La encuesta se aplicó a una muestra aleatoria de productores de maíz pertenecientes al Programa de Apoyos Directos al Campo (PROCAMPO). Esta técnica permitió recabar la información utilizada en este estudio. La encuesta abarcó los diversos aspectos que intervienen en el manejo de los cultivos, tales como: a) sociodemográfica (parentesco, edad, sexo, integrantes de la familia, escolaridad); b) económica (emigración, ingresos); c) consumo (gastos en alimentos, ropa, calzado, vivienda); d) vivienda (características, servicios); e) Tenencia de la tierra (número de parcela, superficie, tenencia); f) manejo del cultivo (preparación del suelo, siembra, densidad, labores, fertilizantes, herbicidas, pesticidas, rendimientos);

g) familia-agroecosistema (aprovechamiento de recursos vegetales); h) técnicas campesinas (rotación, asociación, prácticas de conservación de agua y suelo); i) disponibilidad a crédito y asistencia técnica (institución, cantidad); j) infraestructura y equipo agrícola (cantidad, propiedad de la maquinaria y equipo agrícola); k) costos de producción (integrantes de la familia o asalariados que realizan las actividades agrícolas y costos por servicio); l) manejo postcosecha (almacenamiento y conservación). 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.

Estimación del tamaño de la muestra

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 del año 2012, con un total de N=1,815. Se identificaron tres grupos o estratos de productores: los que producen en la zona de bosque (N₁= 407, 22.42%), los que producen en la Zona de La Cañada (N₂= 746, 41.10%) y los de la Zona de Los Llanos (N₃= 662, 36.47%). La variable de referencia fue el IET y para estimar el tamaño de muestra se utilizó la fórmula de Cochran (1977) (Ecuación 1):

$$n = \frac{n_0}{1 + (n_0 / N)} ; \text{ donde, } n_0 = \frac{t^2 S^2}{d^2}$$

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% (α/2=0.025).

d: es la precisión deseada para la estimación del rendimiento promedio (alejamiento máximo del 5% del IET promedio real).

Se utilizó el 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.

Cálculo del índice equivalente de la tierra (IET)

Para evaluar la eficiencia de los policultivos, se utilizó el Índice Equivalente de la Tierra (IET), denominado originalmente Land Equivalent Ratio (LER) por Vandermeer (1989). Este índice representa la superficie relativa de tierra cultivada en monocultivo necesaria para obtener la misma producción que en asociación.

Se calcula de la siguiente forma (Ecuación 2):

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

Donde:

IET= Es el IET del sistema

IET (1), IET (2), IET (n) = Son los IET individuales de cada cultivo que participa en la asociación, obtenidos a partir de la expresión:

$IET (n) = Ax / Ux$ donde:

Ax = Rendimiento del cultivo x en asociación.

Ux = 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 calculó el IATR para conocer en qué medida los productores de maíz aplican y manejan el paquete tecnológico generado y recomendado por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrarias y Pecuarias (INIFAP). Para estimar el IATR: a) se compararon las actividades que realiza el productor con las recomendadas por el INIFAP; b) se atribuyó un valor de 100 unidades al paquete tecnológico y se ponderó de acuerdo a la importancia de cada uno de los elementos en la productividad del maíz: 10 (fecha de siembra), 20 (variedad), 15 (densidad de plantas), 25 y 5 (dosis y fecha de aplicación de fertilizantes respectivamente), 6 y 4 (tipo y dosis de herbicida respectivamente), 6 y 4 (tipo y dosis de insecticida respectivamente) y 5 (combate de enfermedades); c) cada uno de los valores ponderados se dividió entre dos: el primer cociente hace referencia al uso de la recomendación y el segundo a su manejo adecuado. Por lo tanto el valor del IATR osciló entre 0 y 100 unidades. El cálculo del IATR se realizó mediante la utilización de la expresión matemática propuesta por Damián *et al.*, (2011) (Ecuación 3).

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

Donde:

IATR: Índice de apropiación de tecnologías radicales.

k= 10: Número de componentes del paquete tecnológico recomendado por el INIFAP.

p_i: Ponderación otorgada al i-ésimo componente de la recomendación.

$\sum p_i = 100$, i=1,2,...k.

SPA_i: Sistema productivo agrícola para el i-ésimo componente de recomendación; i= 1,2,...k.

PTA_i: Paquete tecnológico agrícola para el i-ésimo componente de recomendación; i=1,2,...k

SPA_i/PTA_i: Proporción de tecnología empleada, respecto a la tecnología recomendada.

Toma valores de cero, para la no apropiación de la tecnología recomendada por el INIFAP y 1, para el uso adecuado de la tecnología.

Según la ecuación 3, el valor de IATR varía desde cero -cuando no se utilizó ninguna de las recomendaciones del paquete tecnológico del INIFAP- a 100 cuando se usaron correctamente cada una de las recomendaciones del paquete tecnológico.

La ponderación se llevó a cabo por los Doctores Ricardo Mendoza y Abel Gil y el MC Ernesto Aceves, investigadores del Colegio de Postgraduados Campus Puebla, especialistas con más de dos décadas de experiencia en manejo de maíz.

Cálculo del grado de empleo de tecnologías progresivas (GETP)

Las tecnologías progresivas a diferencia de las radicales no se encuentran organizadas en paquetes de tecnológicos, por lo que no se pudo realizar su cálculo a través de un índice de apropiación de tecnologías progresivas, ya que no se trata de prácticas que alguien tácitamente haya recomendado (Damián *et al.*, 2011). Sin embargo, para estimar su uso, se empleó el grado de empleo de tecnologías progresivas (GETP).

El GETP cuantifica en una escala de 0 a 100, el nivel en que los productores emplean las tecnologías generadas a través de cientos de años del manejo de cultivos. Para medir el GETP se considerará el uso de insumos y actividades siguientes: semilla criolla, asociación y rotación de cultivos, aplicación de técnicas de conservación de agua y suelo, así como la aplicación de estiércol como abono orgánico, se otorgó a cada práctica un valor de 20 unidades. El GETP se calculó empleando la siguiente fórmula (Ecuación 4).

$$\text{GETP} = \sum_{i=1}^k V_i$$

Donde:

GETP: Grado de empleo de tecnologías progresivas.

k=5: número de tecnologías campesinas utilizadas para este estudio.

V_i : valor asignado a la i -ésima tecnología campesina en función de su uso o no por el productor. El valor fue cero si el productor no empleó la tecnología o 20 si la utilizó.

De acuerdo con lo anterior, el productor que no usó ninguna tecnología campesina obtuvo un GETP de cero, si usó una de las cinco tecnologías el GETP fue de 20, si usó dos tecnologías el GETP fue de 40 y así sucesivamente. Cuando un campesino usó las cinco tecnologías indicadas obtuvo un GETP de 100.

Tipología de productores según su IATR y GETP

Con los valores del IATR y el GETP se construyeron dos tipologías de productores y se clasificaron en tres categorías: a) baja (<33.33); b) media (33.34-66.66); y c) alta (>66.66) apropiación tecnológica. Una tipología es un medio conceptual y analítico que permitió agrupar a los productores de maíz según el grado de empleo de tecnologías radicales y progresivas, sirvió para identificar y precisar la problemática técnica, económica y social de cada tipo de productor (Duch, 1998).

II. Diseño del Modelo de Intervención Tecnológica (MIT)

Identificación del patrón tecnológico de los productores según su IET

Para la identificación se tomó el valor más alto de IET y se restó el valor 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, además, permitió conocer el patrón tecnológico que aplicaron los productores eficientes o de alto IET, el cual constituyó el MIT para cada ZAE.

Caracterización de los productores según su IET

La caracterización permitió distinguir los factores socioeconómicos que inciden en el manejo del maíz y por ende en la viabilidad que tiene el MIT para ser transferido, ya que la transferencia está ligada a las condiciones generales y concretas que intervienen en el manejo.

Cálculo de la pobreza alimentaria

El cálculo de la pobreza alimentaria de los productores se llevó a cabo a partir de sus gastos. 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. El gasto promedio mensual que la familia invirtió en su alimentación, se comparó con el monto de la canasta básica establecido por el CONEVAL (2013). Se consideró como pobre alimentario a los productores cuando su gasto mensual per cápita fue menor a \$868 pesos. El incremento monetario al adoptar el MIT se calculó a través de la siguiente fórmula (Ecuación 5):

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

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.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de esta investigación se presentan en dos grandes capítulos. En el capítulo I se hace una evaluación de las innovaciones aplicadas por los productores en el manejo del maíz y se diseñó un Modelo de Intervención Tecnológico para las tres zonas agroecológicas del municipio de Zautla. Este capítulo estructurado como artículo fue aceptado para ser publicado en el volumen 7, número 7 del 28 de septiembre al 11 de noviembre del 2016 en la Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas editada por el INIFAP, la cual se encuentra indexada a CONACYT. El capítulo II presentado también como artículo, expone las prácticas agrícolas que utilizaron los productores eficientes en cada zona agroecológica del municipio de Zautla. Es importante aclarar que la transferencia del patrón tecnológico de los productores de alto IET no fue parte de este trabajo; sin embargo, partimos del supuesto que su apropiación por parte de los productores menos eficientes puede realizarse de manera exitosa y contribuiría a reducir la pobreza alimentaria en que viven.

Artículo I

POBREZA ALIMENTARIA Y MANEJO DE LA MILPA: EL CASO DEL MUNICIPIO DE ZAUTLA-PUEBLA-MÉXICO

FOOD POVERTY AND THE MILPA MANAGEMENT: THE CASE OF THE MUNICIPALITY OF ZAUTLA-PUEBLA-MEXICO

Miguel Angel De Ita Caro^{1§}, Miguel Ángel Damián Huato², Omar Arenas Romero¹, Ignacio Ocampo Fletes³ y Jesús Francisco López-Olguín¹

¹Maestría en Manejo Sostenible de Agroecosistemas. Centro de Agroecología del Instituto de Ciencias, BUAP. Avenida 14 Sur 6301 Ciudad Universitaria. CP 72570, Puebla, Puebla, México (madic_jym@hotmail.com; biol.ora@hotmail.com, olguin33@hotmail.com). ²Centro de Agroecología del Instituto de Ciencias, BUAP. Avenida 14 Sur 6301 Ciudad Universitaria. CP 72570, Puebla, Puebla, México damianhuato@hotmail.com. ³Colegio de Postgraduados, Campus Puebla. Km. 125.5 carr. Fed. Mex-Pue CP 72760, Puebla, Puebla, México agroecologia_iof@yahoo.com, §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: modelo de intervención tecnológica, índice equivalente de la tierra y productores eficientes.

ABSTRACT

Small corn producers of temporary 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 ratio (IET) producers Zautla-Puebla, Mexico grouped into three regions. Radical and progressive technologies applied in the management of the EIT as corn producers were evaluated, considering the technological pattern of efficient and MIT. We found that: all food producers are poor; radical and progressive technologies were applied, the latter predominating, which increased the EIT; on average 15% of the corn growers were found to be efficient staff to handle corn as polyculture. The MIT is hinged to the agroecological paradigm that promotes complementary and synergistic practices and whether the low and medium corn producers IET is transferred, productivity increased by 141 and 45%.

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

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 cápita (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 del 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 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:

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

2) 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:

1) La "Milpa Intercalada con Árboles Frutales" (MIAF), desarrollada por Turrent y Cortes. 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).

2) 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.

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. 4) Si se transfiere el patrón tecnológico de los productores exitosos se puede reducir la pobreza alimentaria.

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 km² y una altitud entre los 1,760 y 2,900 msnm. 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 metodología 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 del año 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 ($N_1= 407$, 22.42%), los que producen en la Zona de La Cañada ($N_2= 746$, 41.10%) y los de la Zona de Los Llanos ($N_3= 662$, 36.47%). La variable de referencia fue el IET y para estimar el tamaño de muestra se utilizó la fórmula de Cochran (1977):

$$n = \frac{n_0}{1 + (n_0 / N)} ; \text{ donde, } n_0 = \frac{t^2 S^2}{d^2} ; \text{ donde,}$$

$n = 107$ productores, es el tamaño de muestra estimado.

$N = 1,815$ 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

a) 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:

$IET (i) = Ax / Ux$ donde:

i: cultivo i; i= 1, 2,..., n.

Ax = Rendimiento del cultivo x en asociación.

Ux = 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.

b) 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 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).

c) Cálculo del Grado de Empleo de Tecnologías Progresivas (GETP)

Permitió 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 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).

La ponderación fue realizada por los doctores Ricardo Mendoza y Abel Gil y el M. C. Ernesto Aceves, investigadores del Colegio de Postgraduados Campus Puebla, especialistas con más de dos décadas de experiencia en manejo de maíz.

d) 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).

III. Diseño del modelo de intervención tecnológica (MIT)

a) 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.

IV. Pobreza alimentaria

a) 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 cápita fue menor a \$868 pesos. El incremento monetario al adoptar el MIT se calculó con la siguiente fórmula:

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

Dónde:

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.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

I. Evaluación del manejo del maíz

a) Cálculo del índice equivalente de la tierra (IET)

El manejo del maíz en Zautla es realizado por el 52% de los productores como sistema milpa, asociando el maíz con al menos un cultivo. El porcentaje restante lo maneja como monocultivo.

b) 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.

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

| 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 | 50 mil |
| Fórmula de | 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 |
| Nombre y dosis de | Gesaprin 50 (1 kg) o de 500 FW (1 1/2 L); Gesaprin 50 (1 kg) |
| herbicida/ha | más Hierbamina (1 L); Gesaprim autosuspensible (1 L) más |
| Nombre y dosis de | No recomienda |
| insecticida/ha | |

Fuente: INIFAP, 2009.

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)

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

| 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 propia con datos de la encuesta (2013).

La baja aplicación de tecnologías radicales es resultado de diversos factores: 1) El paquete tecnológico recomendado fue inaccesible considerando que el ingreso anual per cápita 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% consultaron folletos técnicos sobre el manejo del maíz. 3) Son tecnologías que no consideran las variadas condiciones edafo-climáticas. Al respecto, es importante resaltar que este paquete tecnológico es recomendado para todo el Distrito de Desarrollo Rural de Teziutlán que incluye 30 municipios, entre ellos Zautla.

c) 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. Número de productores según el valor del GETP y valor del IET por Zona Agroecológica en el municipio de Zautla, Puebla, México.

| 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 propia con datos de la encuesta (2013).

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 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.

II. Diseño del Modelo de Intervención Tecnológica (MIT)

a) 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.

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.

| 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 – 1.773 | - | 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 | 1.900 – 2.626 | - | 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 – 2.037 | - | 80 | 1.769 | 5 |

Fuente: Elaboración propia 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.

b) Caracterización del patrón tecnológico de los productores eficientes.

En el cuadro 5 se exponen las actividades agrícolas de los productores eficientes en el manejo de la milpa, constituyéndose en los patrones tecnológicos de cada ZAE.

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.

| | 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 |
| | Rotación cultivos (%) | Si (0); No (100) |
| | Aplicación estiércol | Si (0,675)* |
| | Apli. Fertilizante/ha (%) | 23-00-00 (17); 46-00-00 (17); Otras (49); No aplica |
| | Apli. Herbicida/ha (%) | Si (0); No (100) |
| | Apli. Insecticida/ha (%) | Si (0); No (100) |
| | Conservación suelo (%) | Bordo (20); No aplica (80) |
| Cañada | Variedad semillas (%) | Criollas (100) |
| | Densidad plantas (ha) | 75,000 |
| | Asociación cultivos (%) | Frijol (100); Calabaza (60); Manzana (40); |
| | Rotación cultivos (%) | Si (0); No (100) |
| | Aplicación estiércol | 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) |
| | Conservación suelo (%) | Terrazas vivas (20); zanjas (20); No (60) |
| | Variedad semillas (%) | Criollas (100) |
| Llano | Densidad plantas (ha) | 96,247 |
| | Asociación cultivos (%) | Frijol (20); Calabaza (40); Haba (60); Frutales |
| | Rotación cultivos (%) | Maíz-Frijol (20); No hace rotación (80) |
| | Aplicación estiércol | 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 (20); No (80) |

* Calculado de la producción anual de estiércol por especie animal según SAGARPA (2013).

Los productores eficientes representaron el 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 cultivos, incorporaron una mayor cantidad de estiércol e implementaron prácticas de conservación de agua y suelo. Es importante 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 (Brechelt, 2004).

En resumen, todos estos componentes estabilizan los rendimientos en el largo plazo, reduciendo las pérdidas cuando se presentan perturbaciones ambientales (Vandermeer, 2002). El complejo entramado basado en la biodiversidad representa una estrategia eficaz para incrementar el IET, reducir la vulnerabilidad de los sistemas agrícolas y prestar servicios ambientales valiosos a la humanidad (Sarandón y Flores, 2014).

c) Caracterización de los tipos de productores

En general las condicionantes de vida de los productores en las tres ZAE son similares, pero los productores eficientes destacan por:

1) Ser minifundistas extremos, su producción es destinada exclusivamente para autoconsumo y el acceso a los medios de producción es limitado.

2) Ser menos pluriactivos, por lo que todos sus esfuerzos están enfocados a las actividades agrícolas, lo que les permite prestar mayor atención al desarrollo de sus cultivos evitando regresiones tecnológicas en los productores.

3) Poseer más disponibilidad a la yunta, lo cual representa una ventaja al laborar en zonas agrícolas topográficamente accidentadas; además los animales proveen al productor de abonos orgánicos y transforman los residuos de cosecha en productos alimenticios.

4) Tienen un mayor número de cabezas de ganado mayor y menor, por lo que disponen de mayores cantidades de compuestos orgánicos, principalmente estiércol, que son incorporados a la parcela, promoviendo la actividad microbiana y la disponibilidad de nutrientes, reflejándose en una menor aplicación de fertilizantes y menor gasto familiar.

d) Transferencia del patrón tecnológico de los productores de alto IET

La caracterización mostró la existencia de rasgos que explican la eficiencia de los productores de alto IET. Sin embargo, el tipo de manejo que realizan es conocido por todos los maiceros, por lo que la transferencia de su patrón tecnológico (MIT) a los

productores bajos y medios podría resultar sencilla, esto contribuiría a incrementar el IET en un: 135 y 40% en la zona de Bosque, 197 y 65% en la Cañada y 90 y 29% en los Llanos, reduciendo la pobreza alimentaria.

III. Pobreza alimentaria

a) Cálculo de la pobreza alimentaria

Se encontró que los gastos mensuales per cápita de los productores encuestados están 50% por debajo del valor de la canasta básica rural que, según el CONEVAL (2013), es de \$868 pesos, por lo que todos los productores son pobres alimentarios. Los datos (cuadro 6) muestran que los productores de los Llanos presentaron mayores ingresos debido a que son más pluriactivos siendo su principal actividad económica la alfarería. En el cuadro también se muestra el aumento en pesos que obtendrían y la proporción en que reduciría la pobreza alimentaria de ser implementadas las actividades expuestas en el patrón tecnológico de los productores eficientes.

Cuadro 6. Número de productores, ingreso real, ingreso potencial, IET real, IET potencial, porcentaje de reducción de la pobreza según tipo de productor por ZAE.

| Indicador/ZAE | Bosque | | | Cañada | | | Llano | | |
|----------------|--------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | Bajo | Medio | Alto | Bajo | Medio | Alto | Bajo | Medio | Alto |
| Productores | 5 | 13 | 6 | 33 | 6 | 5 | 22 | 12 | 5 |
| Ingreso Real | \$413 | \$434 | \$427 | \$414 | \$380 | \$409 | \$453 | \$433 | \$400 |
| Ingreso | \$516 | \$474 | \$427 | \$690 | \$457 | \$409 | \$561 | \$490 | \$400 |
| IET Real | 0.695 | 1.172 | 1.635 | 0.756 | 1.361 | 2.248 | 0.929 | 1.37 | 1.769 |
| IET Potencial | 0.938 | 1.641 | 1.635 | 2.247 | 2.246 | 2.248 | 1.766 | 1.768 | 1.769 |
| Incremento | \$191 | \$ 40 | \$ - | \$276 | \$ 77 | \$ - | \$108 | \$ 57 | \$ - |
| Disminución PA | 12% | 5% | % - | 32% | 9% | % - | 12% | 7% | % - |

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

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 sistema milpa. 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. *Revista Comercio Exterior*. 5(53).
- Brechelt, A. 2004. Manejo Ecológico del Suelo. Fundación Agricultura y Medio Ambiente (FAMA). 1ra. ed. Santiago de Chile: RAPAL. 1819 p.
- Cassanova, A.; Quintero, P. y Hernández, A. 2001. Policultivos. En 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.
- Centro internacional de mejoramiento de maíz y trigo (CIMMYT). 2014. Modernización sustentable de la agricultura tradicional (MasAgro).
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL). 2013. La pobreza por ingresos en México, 2013. [En línea]. <<http://www.coneval.gob.mx>>.
- Cochran, W. G. 1982. Técnicas de muestreo. 3a. Impresión. C.E.C.S.A. 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, Moreno, 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. UN 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. En: *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 Agrociencia*. 1(6):4-11.
- Morales, C. (2005). *Pobreza, desertificación y degradación de los recursos naturales*. Editado por (1a. ed., 1a. reimp.). 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. 1(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 mixes del estado de Oaxaca. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 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, Von B. 2008. *Managing innovation, design and creativity*. Hoboken, NJ: John Wiley & 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 Wyk, 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.

Artículo 2

INNOVACIONES TECNOLÓGICAS EFICIENTES PARA EL MANEJO DE LA MILPA EN EL MUNICIPIO DE ZAUTLA-PUEBLA-MÉXICO

TECHNOLOGICAL INNOVATIONS FOR EFFICIENT MANAGEMENT OF THE MILPA IN THE MUNICIPALITY OF ZAUTLA-PUEBLA-MEXICO

**Miguel Angel De Ita Caro^{1§}, Miguel Ángel Damián Huato², Omar Arenas Romero¹,
Ignacio Ocampo Fletes³ y Jesús Francisco López Olguín¹**

¹Maestría en Manejo Sostenible de Agroecosistemas. Centro de Agroecología del Instituto de Ciencias, BUAP. Avenida 14 Sur 6301 Ciudad Universitaria. CP 72570, Puebla, Puebla, México (madic_jym@hotmail.com; biol.ora@hotmail.com, olquin33@hotmail.com). ²Centro de Agroecología del Instituto de Ciencias, BUAP. Avenida 14 Sur 6301 Ciudad Universitaria. CP 72570, Puebla, Puebla, México, damianhuato@hotmail.com. ³Colegio de Postgraduados, *Campus* Puebla. Boulevard Forjadores de Puebla No. 205, Santiago Momoxpan, Municipio de San Pedro Cholula, C. P. 72760, Puebla, Puebla, México, agroecología_iof@yahoo.com.

§Autor para correspondencia: madic_jym@hotmail.com.

RESUMEN

La pobreza alimentaria se agudiza en regiones de temporal donde los productores minifundistas de maíz, son los más afectados. En parte, esta problemática se genera por la baja productividad. Se presenta un modelo tecnológico (MT) para mejorar el manejo del maíz y los rendimientos por hectárea de los productores de Zautla-Puebla, México. Se evaluaron las tecnologías radicales y progresivas aplicadas en el manejo del maíz y se agruparon a los productores según su productividad, considerando el patrón tecnológico de los eficientes como el MT. Se encontró que: los productores aplicaron tecnologías radicales y progresivas, imperando las segundas; el 15% de los productores

resultaron eficientes y manejaron el maíz en un sistema de policultivo. El MT está articulado al paradigma agroecológico y promueve prácticas complementarias y sinérgicas, por lo que si se transfiere a los productores de bajos y medios rendimientos, su productividad aumentará en 141 y 45% respectivamente.

Palabras clave: manejo de maíz, eficiencia relativa de la tierra, modelo tecnológico, paradigma agroecológico y biomiméisis.

ABSTRACT

Food poverty is worse in regions where smallholders temporary corn, are the most affected. In part, this problem is generated by low productivity. A technological model (MT) is presented to improve the management of maize yields per hectare and producers Zautla-Puebla, Mexico, where radical and progressive technologies applied in the management of maize were evaluated and grouped according to producers productivity, considering the technological model of efficient as the MT. It was found that: producers applied radical and progressive technologies, the latter prevail; 15% of farmers were efficient and handled the corn polyculture. The MT is hinged to the agroecological paradigm and promotes complementary and synergistic practices, so if transferred to the producers of low and average yields, productivity increased by 141 and 45% respectively.

Keywords: corn management on land efficiency, technological model, agro-ecological paradigm and biomimicry.

INTRODUCCIÓN

En la Cumbre Mundial sobre la Alimentación (CMA) de 1996 y en la Cumbre del Milenio (ODM) del 2000, los Estados miembros de las Naciones Unidas se comprometieron a reducir a la mitad el número de personas que sufren hambre a nivel mundial para el 2015. Esta meta está lejos de cumplirse, ya que aún existen 795 millones de seres humanos que carecen de alimentos suficientes para llevar una vida sana y activa (FAO, 2015).

La escasez de alimentos se agudiza en los países dependientes como es el caso de México. Según el CONEVAL la pobreza alimentaria (PA) definida como aquella situación de privación en la cual todos los ingresos familiares son insuficientes para cubrir las necesidades alimenticias de los hogares, se incrementó del 2008 al 2012 tres millones más, por lo que ahora 27.4 millones de mexicanos son pobres alimentarios. La distribución de la pobreza alimentaria en el territorio nacional se concentra en seis entidades federativas que albergan el 53% de esta población. Puebla ocupa el sexto lugar con 1.9 millones de pobres alimentarios (30% del total estatal), mientras que en Zautla el 38% de la población padece hambre (CONEVAL, 2013).

La dificultad para acceder a la canasta básica alimenticia se presenta con mayor frecuencia en las zonas rurales del país, donde existen 8.4 millones de personas en pobreza alimentaria, 31% del total de la población rural nacional. La FAO (2015) reconoce que la lucha para reducir la pobreza alimentaria debe comenzar en el campo; además, la agricultura es la principal fuente de alimentos, por lo que un aumento sustancial en la producción podría revertir dicho problema.

En México, el maíz es el cultivo más importante desde el punto de vista económico, social, político y cultural, ya que no sólo es considerado un bien comercial, sino que constituye la base alimentaria que ha sustentado a las familias rurales por más de 300 generaciones (Castañeda, 2007). La superficie sembrada con maíz refrenda su importancia. Para el año 2013 se sembraron 7.5 millones de hectáreas (34% del total nacional), de las cuales 84% son de temporal con un rendimiento promedio de 2,260 kg por hectárea. En Puebla 547 mil hectáreas fueron sembradas con maíz (60% del total de tierras agrícolas del estado); de las cuales el 92% fueron de temporal con un rendimiento promedio de 1,510 kg por hectárea. En Zautla se cultivaron 2,450 hectáreas de temporal, de las cuales 55% son de maíz, con un rendimiento de 650 kg por hectárea (SIAP, 2013).

Los bajos rendimientos de maíz agudizan la pobreza alimentaria de los productores de temporal; por esta razón es importante incrementar la productividad de maíz. En este

trabajo se asume que la productividad, estimada mediante la eficiencia relativa de la tierra (ERT) es un atributo que resulta de la forma en cómo los productores manejan sus cultivos. En este sentido la ERT y el manejo son los conceptos clave de esta investigación.

Se considera que los policultivos generalmente sobrepasan en rendimiento a los monocultivos; o sea, que se requiere una mayor área de maíz sembrada en monocultivo para obtener el mismo rendimiento que en una hectárea de maíz en asociación. Esta capacidad o eficiencia de sobrerendimiento biológico y ecológico del policultivo se conoce como ERT (Mead y Willey, 1980). Estos autores plantean que: si $ERT < 1$ el monocultivo es más eficiente que el policultivo; si $ERT = 1$ no hay diferencias productivas; si $ERT > 1$ el policultivo es más eficiente.

En el manejo de cultivos convergen dos condiciones de producción: a) generales, que pueden ser endógenas (clima, flora, fauna, etc.) y exógenas (programas públicos, rasgos de la unidad familiar, etc.) al proceso productivo, 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 manejan los cultivos. Con este fin el productor ejecuta varias tareas (preparación del suelo, labores de cultivo, etc.) hechas sucesivamente durante el ciclo agrícola (Damián *et al.*, 2013).

Un 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 incorpora nuevos productos, servicios, componentes tecnológicos 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 totalmente nuevo (Stamm, 2008).

En México existen dos modelos agrícolas que promueven estrategias tecnológicas contrastantes para elevar la producción de maíz: el industrial o convencional y el campesino o agroecológico.

El primero se basa en la aplicación de innovaciones radicales como son: el uso intensivo de los medios de producción, insumos sintéticos (fertilizantes, herbicidas, etc.) y semillas mejoradas o transgénicas (Turrent *et al.*, 2012). Su origen se ubica en la “Revolución Verde”, iniciada en México en los años cuarenta del siglo pasado con el apoyo de la fundación Rockefeller y del gobierno mexicano. Los incrementos productivos han sido efímeros, ya que su aplicación ha generado graves daños al medio ambiente como: la salinización y erosión de suelos, la emisión de gases de efecto invernadero, el agotamiento y contaminación de mantos acuíferos, el incremento de la deforestación y la disminución de la biodiversidad (Barg y Queirós, 2007).

La base metodológica del manejo convencional es la “ley del mínimo de Liebig”, la cual plantea: que la productividad está determinada por el recurso más escaso y no por el total de recursos disponibles. Con ello se fraccionó y generó una visión reduccionista de la problemática agrícola. En México la generación y difusión de estas innovaciones es tarea del Instituto Nacional de Investigaciones Forestal, Agrícola y Pecuaria (INIFAP).

El manejo agroecológico se basa en el uso de innovaciones progresivas que promueven: el reciclaje de nutrientes, la disminución de insumos externos, la actividad biológica del suelo, la diversificación de cultivos y la optimización de las interacciones del sistema agrícola en su totalidad (Gliessman, 1999). La clave del enfoque agroecológico radica en la generación de interacciones, complementariedades y sinergias entre los diferentes componentes del agroecosistema, que se reflejan en ciertos atributos como: mayor productividad, resiliencia, estabilidad y sostenibilidad. La creación y difusión de estas innovaciones ha sido realizada por generaciones de campesinos, académicos, organizaciones no gubernamentales, campesinas, etc.

Este estudio expone un modelo tecnológico (MT) para aumentar la ERT y paliar la pobreza alimentaria en que viven los productores de maíz de temporal de Zautla, Puebla. Tiene como objetivo seleccionar la mejor combinación de innovaciones radicales y progresivas aplicadas en el manejo de maíz. Con este fin, se clasificaron a los productores en bajos, medios y altos según su ERT y se evaluaron las tecnologías utilizadas. El patrón tecnológico de los productores de alta ERT constituyó el MT, que se propone transferir a los maiceros menos eficientes.

Se parte de los siguientes supuestos: a) en el manejo del maíz existen un sincretismo tecnológico donde se emplean innovaciones radicales y progresivas; b) las innovaciones progresivas incrementan la ERT; c) existe un manejo diferenciado que se expresa en tipos de productores con diferente ERT; d) el MT esta articulado al paradigma agroecológico basado en la aplicación del principio de biomimésis; e) la transferencia y adopción del MT por los productores menos eficientes es viable de realizarse y puede reducir la pobreza alimentaria.

MATERIALES Y MÉTODOS

Zona de estudio

El municipio de Zautla se ubica en la parte 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 km² y su altitud oscila entre los 1,760 y 2,900 m.s.n.m. El clima más abundante es el templado subhúmedo con lluvias de verano. Predominan los suelos Luvisoles, arcillosos de fertilidad moderada y los Regosoles, suelos jóvenes, resultado del depósito reciente de roca y arena. Zautla presenta condiciones climáticas y edáficas muy variadas, por ello, en esta investigación se consideraron tres Zonas Agroecológicas (ZAE): Bosque, Cañada y Llanos.

Metodología

La base metodológica fue desarrollada por Damián *et al.* (2011). Se fundamenta en identificar a los productores de maíz con mayor productividad a nivel local, así como su patrón tecnológico. En esta investigación se incluye: el análisis de la pobreza alimentaria y el cálculo de la ERT.

I. Diseño de cuestionario y aplicación de una encuesta.

La encuesta incluyó preguntas referentes a las condiciones generales y concretas que influyeron en el manejo del maíz. Los datos acopiados permitieron calcular los índices utilizados en este estudio. Para calcular el tamaño de muestra se utilizó la fórmula de Cochran (1977); donde $n = 107$ productores, 24 en Zona de Bosque, 44 en Zona de Cañada y 39 en la Zona de los Llanos.

II. Cálculo de la Eficiencia Relativa de la Tierra (ERT)

La ERT sustituyó al rendimiento y su estimación permitió clasificar a los productores según su valor. Para su cálculo se utilizó la siguiente expresión:

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

Donde:

ERT= Es la ERT del sistema. ERT (1), ERT (2),..., ERT (n) = ERT individuales de cada cultivo asociado obtenidos de la expresión: $ERT (i) = A_x / U_x$ 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: $ERT > 1$, el policultivo es ventajoso; $ERT = 1$, es indiferente el modo de siembra; $ERT < 1$, el monocultivo supera al policultivo.

III. Diseño del Modelo Tecnológico (MT).

1) Identificación de los productores según su ERT.

Para identificar a los productores se tomaron los valores extremos de la ERT en cada ZAE; se obtuvo la diferencia y se dividió entre tres; el cociente se sumó al valor más bajo y se creó el rango de productores de baja ERT; y así sucesivamente.

2) Manejo de la milpa: tecnologías radicales y progresivas.

Índice de Apropiación de Tecnologías Radicales (IATR): Se compararon las tecnologías recomendadas por el INIFAP con las aplicadas por los productores en campo. Se le asignó un valor nominal al paquete tecnológico y se ponderó cada una de las actividades según su impacto en la producción. Para su estimación se empleó el procedimiento y la expresión matemática propuesta por Damián *et al.* (2011).

Grado de Empleo de Tecnologías Progresivas (GETP): Permitted conocer el grado de aplicación de las tecnologías progresivas. Su cálculo incluyó: semilla criolla, asociación y rotación de cultivos, conservación de suelo-agua y uso de estiércol. Se otorgó un valor de 20 puntos a cada actividad, por lo que el total osciló de 0 a 100 unidades. Para su valoración se aplicó la fórmula matemática propuesta por Damián *et al.* (2011).

3) Caracterización del patrón tecnológico de los productores eficientes.

Consistió en conocer cómo, cuándo y con qué instrumentos o tecnologías realizaron cada una de las actividades agrícolas los productores de alta ERT para cada una de las ZAE.

4) Caracterización de los productores según su ERT.

Permitted distinguir los factores socioeconómicos que inciden en el la forma cómo los diferentes tipos de productores manejaron el maíz y por ende, inferir la viabilidad para transferir el MT.

IV. Innovaciones del Modelo Tecnológico (MT).

Se detallan todas las prácticas empleadas por los productores eficientes durante el ciclo agrícola y se exponen las ventajas y desventajas que conlleva su realización.

V. Pobreza alimentaria real *versus* pobreza alimentaria esperada.

Se consideró como ingreso mensual, la suma de los gastos realizados por cada unidad familiar en: alimentación, vestido, vivienda, gas, luz, agua, teléfono, leña, gasolina, pasajes, salud, educación, fiestas y otros; y al ingreso proveniente de trabajos, subsidios y remesas. El monto total se comparó con el costo de la canasta básica establecida por el CONEVAL (2013). Se consideraron pobres alimentarios a los productores cuyo gasto mensual *per cápita* fue menor de \$868. Se calculó la ERT potencial de los productores de baja y media ERT si adoptaran el MT. Se estimó mediante la fórmula:

$$ERTPot(t) = \frac{ERTReal(Alta) - ERTReal(t)}{ERTReal(t)} + 1 * RendReal(t)$$

Dónde:

t: tipo de productor; t = Bajo o Medio.

La ERT potencial permitió transformar los excedentes de producción en pesos; que sumados a los ingresos reales nos arroja el porcentaje en qué disminuiría la PA por tipo de productor.

RESUTADOS Y DISCUSIÓN

I. Diseño del Modelo Tecnológico (MT).

1) Identificación de los productores según su ERT.

A partir de la metodología aplicada se obtuvieron los valores promedios de ERT para cada tipo de productor en cada ZAE. Estos rangos, así como el número de productores se exponen en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Tipos y número de productores por rangos de ERT y según el valor promedio de ERT por ZAE del municipio de Zautla, Puebla, México.

| Indicador/ ZAE | Bosque | | | Cañada | | | Llano | | | Municipal |
|-------------------|--------|-------|------|--------|-------|------|-------|-------|------|-----------|
| | Bajo | Medio | Alto | Bajo | Medio | Alto | Bajo | Medio | Alto | |
| Productor | 5 | 13 | 6 | 33 | 6 | 5 | 22 | 12 | 5 | 107 |
| Rangos / | 0.59 | 0.96 | 1.37 | 0.45 | 1.17 | 1.9 | 0.6 | 1.13 | 1.5 | 0.45 |
| ERT | 0.96 | 1.37 | 1.77 | 1.17 | 1.89 | 2.62 | 1.1 | 1.58 | 2.0 | 2.62 |
| ERT | 695 | 1.172 | 1.64 | 0.76 | 1.36 | 2.25 | 0.9 | 1.37 | 1.7 | 1.32 |

Fuente: Elaboración propia con datos de la encuesta (2013).

2) Manejo de la milpa: tecnologías radicales y progresivas.

El cuadro 8 presenta el paquete tecnológico recomendado por el INIFAP para la siembra de maíz en el municipio de Zautla.

Cuadro 8. Paquete tecnológico del INIFAP para el manejo del maíz en Zautla, Puebla, México.

| 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 mil |
| 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 |

| | |
|---|---|
| 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 |
| Nombre y dosis de insecticida/ha | No recomienda |

Fuente: INIFAP, 2009.

Es importante aclarar que este paquete tecnológico considera en su totalidad innovaciones radicales y que su aplicación se recomienda para los 29 municipios del Distrito de Desarrollo Rural de Teziutlán.

El cuadro 9 presenta los valores de IATR y GETP por tipo de productor en cada ZAE, donde se evidencia que el IATR mostró un empleo muy bajo de innovaciones radicales, al utilizarse menos de la tercera parte de las prácticas recomendadas. El análisis de correlación mostró que no existe relación significativa entre el IATR y la ERT en ninguna de las ZAE: Bosque (n= 24, r= 0.0205, p= 0.9244); Cañada (n= 44, r= 0.0665, p= 0.6682) y Llano (n= 29, r= 0.0154, p= 0.9260).

Cuadro 9. Tipos y número de productores por ZAE según el valor promedio de IATR, GETP y ERT en el municipio de Zautla, Puebla, México.

| Indicador/ ZAE | Bosque | | | Cañada | | | Llano | | | Municipal |
|--------------------|--------|-------|------|--------|-------|------|-------|-------|------|-----------|
| | Bajo | Medio | Alto | Bajo | Medio | Alto | Bajo | Medio | Alto | |
| Productores | 5 | 13 | 6 | 33 | 6 | 5 | 22 | 12 | 5 | 107 |
| IATR | 23 | 35 | - | 22.3 | 36.11 | - | 25.8 | 35.4 | - | 29.6 |
| GETP | - | 55.3 | 80 | 16 | 52.9 | 80 | 20 | 53.8 | 80 | 54.75 |
| ERT | 695 | 1.17 | 1.64 | 0.76 | 1.36 | 2.25 | 0.93 | 1.37 | 1.77 | 1.32 |

Fuente: Elaboración propia con datos de la encuesta (2013).

El bajo uso de tecnologías radicales se debe máxime: al desconocimiento de las tecnologías, ya que sólo el 1% de los productores recibieron asesoría técnica, y al

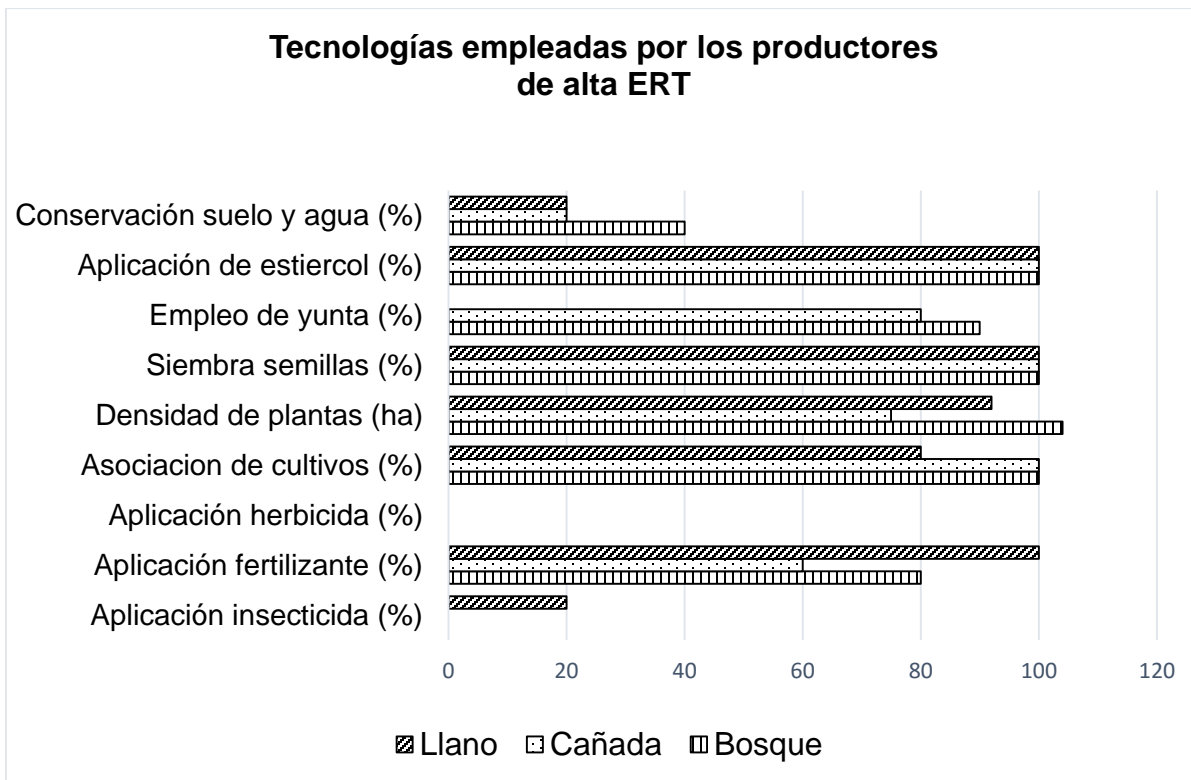
elevado costo del paquete tecnológico, considerando que los productores tienen un ingreso anual *per cápita* de \$5,090.

Por el contrario las innovaciones progresivas son mayormente utilizadas por los productores, ya que se empleó más de la mitad de las prácticas evaluadas. El análisis estadístico reveló una relación significativa entre el valor del GETP y la ERT para las tres ZAE: Bosque (n= 24, r= 0.4354, p= 0.0335); Cañada (n= 44, r= 0.3329, p= 0.0272) y Llano (n= 29, r= 0.5469, p= 0.0003). Esto demostró que el empleo de esta tecnología influye en el incremento de la ERT.

La predominancia de las innovaciones progresivas se debe en parte, a la gran adaptación de las semillas nativas y al conocimiento generacional que se tiene sobre las prácticas productivas (Gómez *et al.*, 1999). Damián *et al.* (2013), argumentan que su éxito se debe a una mayor eficiencia, producto de las sinergias generadas entre los recursos que intervienen en el manejo.

3) Caracterización del patrón tecnológico de los productores eficientes.

Los productores eficientes representan el 25% en Bosque, 11% en Cañada y 13% en Llanos. Se caracterizaron por utilizar más innovaciones progresivas (80% total). La Figura 2 muestra las innovaciones de su patrón tecnológico, las cuales no son consideradas por el INIFAP.



Fuente: Elaboración propia con datos de la encuesta (2013).

Figura 2. Innovaciones agrícolas utilizadas en el manejo del maíz por los productores eficientes del municipio de Zautla, Puebla, México.

La eficiencia productiva de los maiceros exitosos se explica debido a que el manejo de su maíz está fundamentado en el paradigma agroecológico, predominando prácticas que promueven el incremento de la biodiversidad como: la aplicación de técnicas de conservación de agua y suelo, el uso de semillas criollas, la asociación de cultivos y la aplicación de estiércol.

Este tipo de manejo semeja la estructura de los ecosistemas naturales (biomimésis), donde existen distintos niveles de vegetación como los pisos de un edificio. Cada nivel está formado por plantas de diferentes formas y tamaños: hierbas, arbustos y árboles. Sarandón y Flores (2014) afirman que esta composición provee beneficios como: equilibrio trófico entre insectos benéficos y perjudiciales, reduciendo los daños ocasionados por plagas; una mayor producción de biomasa incrementando la materia orgánica y la actividad microbiana, evitando la erosión, regulando la temperatura, y

reteniendo la humedad del suelo. Estas funciones ecológicas se pierden cuando se simplifica el manejo agrícola en los monocultivos, requiriendo aplicar una mayor cantidad de agroquímicos que con el tiempo vuelven improductivos los suelos.

La milpa es un agroecosistema biomimético ya que cuenta con plantas de diferentes pisos vegetales: maíz, frijol, calabaza, quelites, chile y árboles frutales; especies asociadas por los maiceros eficientes, donde algunos incorporaron hasta nueve cultivos. En la asociación maíz-frijol-calabaza, los productores aprovecharon mayor energía solar para transformar compuestos inorgánicos en orgánicos; además, la presencia de leguminosas promueve la fijación nitrógeno empleado principalmente por el maíz; así, mientras el frijol alimenta al maíz, este le sirve de sostén. Por otra parte, la calabaza incrementa la cobertura del suelo, reduce la erosión, evita el crecimiento excesivo de arvenses y conserva la humedad (Altieri y Nicholls, 2010). Los árboles frutales son barreras rompevientos que reducen la caída del maíz; proveen biomasa a los suelos; regulan la temperatura ambiental y los frutos son fuente de alimento e ingreso económico.

En resumen, la heterogeneidad al interior de las áreas de cultivo es una estrategia eficaz para elevar la ERT, reducir la vulnerabilidad, disminuir la dependencia de insumos externos, estabilizar los rendimientos y reducir las pérdidas de los agroecosistemas ante condiciones climáticas adversas, además de los servicios ambientales que presta a la humanidad (Sarandón y Flores, 2014).

4) Caracterización de los productores según su ERT.

Los productores tienen condiciones de vida similares, pero los eficientes se distinguen por: 1) tener acceso limitado a los medios de producción, ser minifundistas extremos y destinar su producción exclusivamente para el autoconsumo; 2) Ser menos pluriactivos permitiéndoles atender plenamente sus cultivos evitando regresiones tecnológicas; 3) Mayor empleo de yunta, aspecto ventajoso al laborar en terrenos accidentados, además de ser una fuente de abonos orgánicos; 4) Poseer un mayor número de cabezas de ganado, disponiendo de cantidades elevadas de compuestos orgánicos, principalmente

estiércol, que son incorporados a la parcela, incrementando la actividad microbiana y la disponibilidad de nutrientes.

En síntesis se puede decir que el tipo de manejo que realizan los productores eficientes es conocido por todos los maiceros, por lo que la transferencia de su patrón tecnológico (MT) podría resultar sencilla, esto contribuiría a incrementar la ERT en un: 135 y 40% en la zona de Bosque, 197 y 65% en la Cañada y 90 y 29% en los Llanos, mermando la pobreza alimentaria.

IV. Innovaciones del Modelo Tecnológico (MT).

A continuación se presenta el patrón tecnológico de los productores de alta ERT para cada ZAE, se describe cada una de las actividades realizadas, así como sus ventajas productivas:

a) *Conservación de suelo y agua*: Las prácticas más comunes para retener suelo fueron las barreras vivas, 20% de los productores las realizan, mientras que la conservación de agua 20% de los productores elaboró bordos y zanjas. Estas prácticas reducen la pendiente, aminoran el escurrimiento del agua y el desmoronamiento del suelo, retienen la humedad, protegen a los cultivos del viento y de heladas. Asimismo, crean zonas de conservación de la biodiversidad, formando corredores biológicos que favorecen la presencia de polinizadores (FAO, 2011).

b) *Barbecho*: Es el período en el que el suelo permanece improductivo entre un ciclo agrícola y otro. Consiste en voltear la tierra con la finalidad de desmoronar y aflojar el suelo, favoreciendo la entrada de aire, agua y la incorporación de materia orgánica. También facilita la penetración de las raíces de las plantas y el adecuado crecimiento de los cultivos. Además, al mover la tierra se exponen a la intemperie las plagas y enfermedades, reduciendo sus afectaciones. Se realiza entre enero y abril. Se recomienda realizarlo a una profundidad de 10 a 30 centímetros, ya que constituye la

capa arable del suelo por presentar la mayor cantidad de materia orgánica y ser la región más fértil del terreno (Núñez, 2000).

c) *Surcado*: Consiste en hacer hendiduras en la tierra para formar surcos o bordos a cierta profundidad y distancia entre ellos. Esta actividad se realiza con tractor o animales de tiro. En zonas con pendiente es conveniente realizarlo con animales de tiro, porque el uso del tractor podría dañar los bordos, zanjas y barreras vivas. Se realiza entre los meses de febrero a mayo. En la zona de Bosque y de Cañada se realizó con yunta, mientras que en los Llanos predominó el tractor, esto se debe a que los productores de los Llanos poseen parcelas de mayor tamaño y en el Bosque y la Cañanada predominan terrenos con mucha pendiente donde es imposible el uso de maquinaria.

d) *Siembra*: Consiste en depositar las semillas agrupadas en matas en la parte baja de los surcos. En la zona de Bosque inicia en febrero y en la zona de Cañada y los Llanos en abril. Se emplean generalmente semillas criollas, sobre todo las variedades: blanco, amarillo y azul, ya que, se adaptan plenamente a las condiciones medioambientales, resisten la baja precipitación pluvial, requieren menos insumos lo que ayuda a la economía familiar, ya que las variedades mejoradas van acompañadas de un costoso paquete tecnológico para ser productivos (Turrent *et al.*, 2010). Además, los campesinos argumentan que las semillas criollas presentan características culinarias como el sabor, olor, y textura, que se pierden con las semillas mejoradas.

e) *Densidad de plantas*: Es el número de plantas que se cultivan por hectárea. Su cálculo resulta de multiplicar la distancia entre surcos, entre matas y el número de plantas por mata. Depende de: 1) calidad de la semilla (porcentaje de semillas germinadas); 2) Capacidad de las plantas para capturar luz solar, así como el tiempo de exposición; 3) La fertilidad del suelo, influye en el número de plantas que puede sostener un agroecosistema; 4) El ingreso económico, el cual influye en la calidad del suelo y en el incremento de la densidad de plantas. Se sembraron en promedio 91,940 plantas por hectárea por lo que se recomienda sembrar densidades menores.

f) *Asociación de cultivos*: Son sistemas en las que dos o más especies se siembran próximas entre sí. Presentan diversas ventajas, entre las que destacan: 1) optimizar el uso de la tierra, agua, luz y nutrientes, ya que los cultivos se complementan entre sí, las especies C4 (maíz), requieren mayor cantidad de luz; mientras que las C3 (Frijol, haba, calabaza), toleran estar bajo sombra; 2) Aumenta la cubierta vegetal: permitiendo el control de arvenses y dificultando que las plagas lleguen a los cultivos. 3) Se acrecienta la cantidad de alimentos lo que permite que coexistan una gran variedad de insectos; 4) Se incrementan los rendimientos por área. Los productores eficientes asociaron más cultivos y obtuvieron más rendimientos de maíz, frijol, calabaza, frutales, etc.; 5) Aportan mayor cantidad y calidad de biomasa al agroecosistema; 6) Se reduce la erosión del suelo, la evaporación de agua, se crea un microclima que retiene la humedad y reduce las enfermedades y 7) Reduce los riesgos económicos, en caso de alguna eventualidad que afecte alguno de los cultivos (Altieri y Nicholls, 2000). Las asociaciones más comunes fueron maíz-frijol realizadas por el 70% de los productores, el 50% añadió también calabaza y el 40% posee árboles frutales principalmente de durazno, manzana y pera.

g) *Rotación de cultivos*: Es la sucesión en la misma parcela de un cultivo por otro a través del tiempo. Provee diversas ventajas: 1) evita el agotamiento de la tierra causado por la extracción del mismo tipo de nutrientes; 2) Mejora la distribución de los nutrientes en el suelo, ya que cada cultivo posee diferente tamaño de raíz por lo que los toma de diferente profundidad; 3) Rompe el ciclo de vida de organismos perjudiciales. Únicamente rotan cultivos el 40% de los productores de los Llanos, quienes sustituyeron maíz por frijol en cada ciclo (Díaz, 2004).

h) *Labores de cultivo*: Evitan el crecimiento de arvenses y se llevarán a cabo de forma mecánica y química. La primera consiste en remover la tierra con tractor, yunta o azadón para retirar las arvenses que pudieran competir por agua, nutrientes y luz con el cultivo de interés. Esta remoción permite la entrada de aire y agua al suelo, además de amontonarle tierra a la planta. El control químico es mediante la aplicación de herbicidas, desaprovechando ventajas como: el aporte de nutrientes al suelo, generar condiciones óptimas para la reproducción de insectos y proveer alimento o forraje en periodos de

escasez. Ningún productor aplicó herbicidas, en general la primera labor se realizó a los 30 días de la siembra y la segunda labor a los 60 días.

i) *Fertilización*: Consiste en la aportación de nutrientes para incrementar la productividad de los cultivos, puede ser sintética aplicando fertilizantes u orgánica aplicando principalmente estiércol. La primera proporciona los nutrientes que las plantas necesitan en mayor cantidad, su efecto es rápido aunque disminuye la capacidad productiva del suelo. Las fórmulas de fertilización más utilizadas fueron la 69-00-00 y 92-00-00. El insumo orgánico más utilizado fue el estiércol, se aplicaron en promedio 1,330 kilogramos por hectárea, distribuidos por toda la parcela previo a la siembra, el 40% de los productores también lo aplicó mateado en la primera labor. El uso de estiércol incrementa el contenido de materia orgánica del suelo mejorando su fertilidad, así mismo optimiza la entrada de aire, agua y nutrientes.

j) *Plagas y enfermedades*: Las principales plagas fueron: araña roja (*Tetranychus urticae* Koch), chapulines y gallina ciega, sin embargo únicamente en los Llanos combatieron la primera, donde el 20% empleó Dragón, en una dosis de 1 litro por cada 200 litros de agua, aplicándolo entre julio y agosto.

V. Pobreza alimentaria real *versus* pobreza alimentaria esperada.

Se encontró que los gastos mensuales *per cápita* de los productores encuestados están 50% por debajo del valor de la canasta básica rural que, según el CONEVAL (2013), es de \$868.00, por lo que todos los productores encuestados son pobres alimentarios. Los datos muestran que los productores de los Llanos presentaron mayores ingresos debido a que son más pluriactivos siendo su principal actividad económica la alfarería.

En el cuadro 10 también se muestra el aumento en pesos que obtendrían y la proporción en que reduciría la pobreza alimentaria de ser implementadas las actividades expuestas en el patrón tecnológico de los productores eficientes.

Cuadro 10. Número de productores, ingreso real ingreso potencial, IET real, IET, potencial, porcentaje de reducción de la pobreza según tipo de productor por ZAE.

| Indicador/ZAE | Bosque | | | Cañada | | | Llano | | |
|----------------------|--------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | Bajo | Medio | Alto | Bajo | Medio | Alto | Bajo | Medio | Alto |
| Productores | 5 | 13 | 6 | 33 | 6 | 5 | 22 | 12 | 5 |
| Ingreso Real | \$413 | \$434 | \$427 | \$414 | \$380 | \$409 | \$453 | \$433 | \$400 |
| Ingreso | \$516 | \$474 | \$427 | \$690 | \$457 | \$409 | \$561 | \$490 | \$400 |
| IET Real | 0.695 | 1.172 | 1.635 | 0.756 | 1.361 | 2.248 | 0.929 | 1.37 | 1.769 |
| IET Potencial | 0.938 | 1.641 | 1.635 | 2.247 | 2.246 | 2.248 | 1.766 | 1.768 | 1.769 |
| Incremento | \$191 | \$ 40 | \$ - | \$276 | \$ 77 | \$ - | \$108 | \$ 57 | \$ - |
| Disminución | 12% | 5% | % - | 32% | 9% | % - | 12% | 7% | % - |

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

CONCLUSIONES

Los resultados de esta investigación indican que: a) la mayoría de productores sobre todo de las zonas de Bosque y Cañada siembran el maíz como policultivo lo que valida el empleo de la ERT en lugar de rendimiento; b) el manejo del maíz aplicado por los productores de Zautla es diferenciado y se basa en un diálogo de saberes que incluye el uso de innovaciones radicales y progresivas; c) las innovaciones progresivas fueron predominantes e influyeron en el valor de ERT, incluso a pesar de no ser reconocidas en el paquete tecnológico del INIFAP; d) el MT se sustenta en las innovaciones agrícolas de los productores eficientes como: la asociación de cultivos, la aplicación de estiércol y la aplicación de técnicas de conservación de agua y suelo, las cuales promueven procesos complementarios y sinérgicos articulados al paradigma agroecológico, cuyo éxito radica en la aplicación del principio de biomiméisis promovido por el manejo agrobiodiverso del maíz; e) si se adopta el MT propuesto, la pobreza alimentaria podría reducirse en promedio un 19 y 7% para los productores de baja y media ERT, respectivamente.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo es 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 por la Vicerrectoría de Investigación y Estudios de Posgrados de la Universidad Autónoma de Puebla.

LITERATURA CITADA

- Altieri, M. A. 1999. Agroecología: Bases científicas para una agricultura sustentable. Montevideo: Nordan - Comunidad. p. 325.
- Altieri, M. A.; Nicholls, C. I. 2000. Agroecología: Teoría y práctica para una agricultura sustentable. 1ª edición. Serie Textos Básicos para la Formación Ambiental 4. Red de Formación Ambiental para América Latina y el Caribe. México. D. F. p. 181-192.
- Altieri, M. y Nicholls, C. 2010. Agroecología: Potenciando la agricultura campesina para revertir el hambre y la inseguridad alimentaria en el mundo. Economía Crítica, n° 10.
- Barg, R., y F. Queirós. 2007. Agricultura agroecológica-orgánica en el Uruguay. Principales conceptos, situación actual y desafíos. RAPAL, Uruguay.
- Castañeda, Y. 2007. Una visión sobre la importancia de la diversidad del maíz en México: Revista Christus, año LXXII, número 762, p. 20-22.
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL). 2013. La pobreza por ingresos en México, 2013. [En línea]. <<http://www.coneval.gob.mx>>.
- Cochran, W. G. 1997. *Sampling Techniques*. 3rd. Ed. New York: John Wiley & Sons Inc.
- 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. 1ª ed. Puebla: Editorial BUAP, p. 69.

- Damián, M. A., Cruz, A., Ramírez, B., Romero, Moreno, S. y Reyes, L. 2013. Maíz, alimentación y productividad: modelo tecnológico para productores de temporal de México. *Agricultura Sociedad y Desarrollo*, vol. 10, n° 2.
- Díaz, G. S.; Hernández, Teresa; Cabello, R. 2004. La rotación de cultivos, un camino a la sostenibilidad de la producción arrocera. *Cultivos Tropicales*, vol. 25, núm.3, p. 19-44.
- Dismukes, J. P. 2005. Information accelerated radical innovation from principles to an operational methodology. *The Industrial Geographer*, vol. 3, n° 1, p. 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. En: *Balance y Perspectivas del Derecho Social y los Pueblos Indios de Mesoamérica*. VIII Jornadas Lascasianas. UNAM, México. p. 121-142.
- Mead, R. y Willey, R. W. 1980. The concept of a Land Equivalent Ratio and advantages in yield from Inter-cropping. *Experimental Agric.* p. 16-218.
- Núñez, M. A. 2000. *Manual de técnicas agroecológicas*. Serie manuales de educación y capacitación ambiental. Primera edición. PNUMA. México. p. 96.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 2011. *Prácticas de conservación de suelos y agua para la adaptación productiva a la variabilidad climática*. Secano de la región de O'higgins.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 2015. *El estado de la inseguridad alimentaria en el mundo 2015*.
- Sarandón, S. J. y Flores C. C. 2014. *Agroecología: Bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables*. Buenos Aires: Editorial de la Universidad Nacional de La Plata (EDULP), p. 467.
- Stamm, B. 2008. *Managing innovation, design and creativity*. Hoboken, NJ: J. Wiley & Sons.
- Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2013. *Anuario estadístico de la producción agrícola*.

- Turrent, A., Cortés, J., Espinosa, A., Mejía, H., Serratos, J. 2010. ¿Es ventajosa para México la tecnología actual de maíz transgénico? *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. vol. 1, núm. 4, p. 631-646.
- Turrent, A., Wise, T. and Garvey, E. 2012. Factibilidad de alcanzar el potencial productivo maíz en México. Universidad de Tufts, Mexican Rural Development Research Reports. Reporte 24. 36 pag. <http://www.ase.tufts.edu/gdae/Pubs/wp/12-03TurrentMexMaize.pdf>
- Van Wyk, 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).

CONCLUSIONES GENERALES

La pobreza alimentaria es un problema que viven principalmente los productores minifundistas de maíz de temporal. Desde hace tres décadas el gobierno mexicano se ha empeñado en combatirlo mediante la generación y transferencia de tecnologías radicales. Sin embargo, los resultados de esta investigación muestran que el manejo del maíz aplicado por los productores de las tres zonas agroecológicas de Zautla es diferenciado y que es realizado como sistema milpa. 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 en el paquete tecnológico recomendado por el INIFAP. El mayor índice equivalente de la tierra obtenido por los productores eficientes se debió al patrón tecnológico empleado, mismo que fue considerado como el MIT, 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 coincide con 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 así a reducir la pobreza alimentaria familiar.

RECOMENDACIONES

A partir de los resultados de esta investigación se obtuvieron las innovaciones tecnológicas más eficientes aplicadas en el manejo de la milpa para cada Zona Agroecológica del municipio de Zautla: Bosque, Cañada y Llano. A continuación, se describen recomendaciones tecnológicas sobre las actividades llevadas a cabo durante el ciclo agrícola de la milpa, con el fin de transferirse a los productores en cada Zona. Las prácticas recomendadas se basan en el enfoque agroecológico con principios ecológicos, sociales y económicos acordes a la población rural.

a) Conservación de suelo y agua

Se recomienda incrementar la construcción de terrazas y barreras vivas, sobre todo en las Zonas del Bosque y la Cañada que presentan terrenos con pendientes mayores al 20%. Se sugiere utilizar plantas locales por su adaptación al clima y al suelo.

b) Barbecho

Se recomienda realizar esta actividad entre los meses de enero y febrero en Zona de Bosque, entre marzo y abril en la Zona de Cañada y entre febrero y mayo en Zona de Llanos. Debe realizarse a una profundidad de entre 10 y 30 centímetros, ya que esta zona constituye la capa arable del suelo y presenta la mayor cantidad de materia orgánica que da la fertilidad al suelo. Se deben emplear herramientas que se adecuen a las condiciones del suelo y la topografía: azadón en Bosque, azadón, yunta o tractor en la Cañada y tractor en el Llano.

c) Surcado

En las Zonas con pendiente como el Bosque y la Cañada es conveniente realizarlo con animales de tiro, porque el uso del tractor podría dañar los bordos, zanjas y barreras vivas. En el Llano es más práctico realizarlo con yunta o tractor. Se recomienda hacerlo entre febrero y marzo en el Bosque, entre abril y mayo en la Cañada y entre marzo y mayo en el Llano.

d) Siembra:

En la Zona de Bosque se debe iniciar en el mes de febrero, mientras que en la Zona de Cañada y los Llanos en abril. Debe mantenerse la siembra de semillas criollas, ya que se adaptan plenamente a las condiciones medioambientales. Además, conservan características culinarias aceptadas por las familias rurales, como el sabor, olor, y textura característicos de la comida serrana. El forraje presenta propiedades para la ingesta de los animales.

e) Densidad de plantas:

Se recomienda que los productores realicen pruebas en sus parcelas con menos de 75 mil plantas por hectárea, pero no menores a 50 mil.

f) Asociación de cultivos:

Se recomienda, sobretodo a los productores que tengan predios menores a dos hectáreas, asociar al maíz con al menos un cultivo principalmente una leguminosa (haba, frijol) para aprovechar las ventajas económicas, agroecológicas y nutritivas que proveen.

g) Rotación de cultivos:

Se recomienda que en terrenos mayores de dos hectáreas se alterne de un ciclo de cultivo a otro la siembra de maíz con alguna leguminosa como haba, chícharo o frijol, preferentemente de variedades nativas como el frijol ochenteño.

h) Labores de cultivo:

En la Zona de Bosque se sugiere realizar la primera labor a los 45 días y la segunda labor a las 90 días pasada la siembra, mientras que en las Zonas de la Cañada y el Llano se recomienda llevar a cabo la primera labor a los 30 días y la segunda a los 60 días después de la siembra. Es conveniente evitar el uso de herbicidas por las consecuencias que causa en contra del medio ambiente y la salud humana y animal, además de que la remoción de tierra durante las labores de cultivo permite la entrada de aire y agua al suelo, además de amontonarle tierra a la planta. Para retirar las arvenses se sugiere el empleo de yunta o azadón.

i) Fertilización:

En la Zona de Bosque las fórmulas de fertilización más eficientes son la 23-00-00 y 46-00-00, para la Zona de la Cañada es la 69-00-00 y para la Zona de los Llanos la 92-00-00. Sin embargo, se recomienda reducir el uso de fertilizantes sintéticos ya que se ha demostrado que únicamente se aprovecha el 30% del total aplicado; el resto se pierde generando la salinización del suelo y contaminación ambiental. Los fertilizantes químicos se pueden sustituir por estiércol, que actúa como una esponja, que va soltando lentamente los nutrientes, optimizando su aprovechamiento por las plantas; además mejora la calidad del suelo y eficientiza el uso del fertilizante químico ya que impide su infiltración al subsuelo y su evaporación al ambiente. El estiércol se puede aplicar distribuido por toda la parcela antes de la fecha de siembra y/o por mata durante las labores de cultivo.

j) Plagas y enfermedades:

Se recomienda mantener la baja aplicación de insecticidas debido a que afectan considerablemente la biodiversidad de los sistemas de agrícolas, generando resistencia en los insectos plaga, perjudicando a insectos benéficos, contaminando el suelo, el agua y el aire, además de representar graves riesgos para la salud. Alternativamente, se recomienda utilizar extractos vegetales, ya que no contaminan y son degradados rápidamente por el medio ambiente.

Estas recomendaciones tecnológicas deberán presentarse en un folleto técnico y estar al alcance de los productores en las tres Zonas Agroecológicas.

También se recomienda la formación de técnicos con enfoques alternativos como el agroecológico, con otra forma de abordar los problemas de inseguridad alimentaria y de pobreza, que elaboren propuestas de desarrollo a partir del conocimiento campesino existente, como el mostrado en este estudio.

LITERATURA CONSULTADA

- Altieri, M. A. (1999). *Agroecología: Bases científicas para una agricultura sustentable*. Montevideo: Nordan-Comunidad.
- Altieri, M. A. (2003). *Agroecología: principios y estrategias para diseñar una agricultura que conserva recursos naturales y asegura la soberanía alimentaria*. Notas del curso dictado en el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura – IICA. Bogotá, febrero de 2003.
- Altieri, M. A. y Nicholls, C. (2010). *Agroecología: Potenciando la agricultura campesina para revertir el hambre y la inseguridad alimentaria en el mundo*. *Revista de Economía Crítica*, (10), 62-74.
- Altieri, M. A. y Toledo, V. M. (2011). *La revolución agroecológica de América Latina: Rescatar la naturaleza, asegurar la soberanía alimentaria y empoderar al campesino [versión electrónica]*. *El Otro Derecho* (42), 162-201.
- Altieri, M. A. y Nicholls, C. (2013). *Agroecología y resiliencia al cambio climático: Principios y consideraciones metodológicas*. *Agroecología*, 8(1), 7-20.
- Altimir, O. (1979). *La dimensión de la pobreza en América Latina*. Cuadernos de la CEPAL, N° 27, Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Publicación de las Naciones Unidas, N° de venta: S.81 .II.G.48
- Álvarez-Buylla, E. (2009). *La importancia de proteger al maíz como un bien común*. *Revista Digital Universitaria*, 10(4). Entrevista. Departamento de Ecología Funcional del Instituto de Ecología de la UNAM, México.
- Argueta, A., Corona-M., E., y Hersch, P. (2011). *Saberes colectivos y diálogo de saberes en México*. Cuernavaca: UNAM, CRIM; Puebla, Universidad Iberoamericana, 574 p.
- Asturias, M. A. (2004). *Maíz de alimento sagrado a negocio del hambre*. *Acción Ecológica Red por una América Latina libre de transgénicos*, Quito- Ecuador.
- Barg, R. y Queirós, F. (2007). *Agricultura agroecológica–orgánica en el Uruguay*. Principales conceptos, situación actual y desafíos. Coordinadores de la edición: María Isabel Cárcamo y Ricardo Carrere. ISBN: 978-9974-96-199-9.

- Bastidas, M., Pérez, F., Torres, J., Escobar, G., Arango, A. y Peñaranda, F. (2009). El diálogo de saberes como posición humana frente al otro: referente ontológico y pedagógico en la educación para la salud. *Invest Educ Enferm.* 2009;27(1):104-111.
- Boltvinik, J. (2003). Tipología de los métodos de medición de la pobreza. Los métodos combinados. *Revista Comercio Exterior*, 53(5).
- Boltvinik, J. (2003). Conceptos y medición de la pobreza. La necesidad de ampliar la mirada, en *Papeles de Población*, 9(38), 9-25. Universidad Autónoma del Estado de México.
- Brechelt, A. (2004). *Manejo Ecológico del Suelo*. Fundación Agricultura y Medio Ambiente (FAMA). (1ra. ed.) Santiago de Chile: RAPAL.
- Cassanova, A., Quintero, L. y Hernández, A. (2001). Policultivos. En Funes, F., García, L., Bourque, M., Pérez, N. y Rosset, P., (Coords.). *Transformando el campo cubano. Avances de la agricultura sostenible* (pp. 225-234). La Habana: ACTAF,-FOOD FIRST-CEAS.
- Centro internacional de mejoramiento de maíz y trigo (CIMMYT). (2014). *Modernización sustentable de la agricultura tradicional (MasAgro)*.
- Cochran, W. G. (1997). *Sampling Techniques*. Third Ed. New York: John Wiley & Sons Inc.
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL). 2013. *La pobreza por ingresos en México, 2013*. [En línea]. <<http://www.coneval.gob.mx>>. [22 febrero 2014].
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL). 2015. *Resultados de pobreza en México a nivel nacional y por entidades federativas 2012-2014*. [En línea]. <<http://www.coneval.gob.mx>>. [10 de agosto 2015].
- Cortés, I., Turrent, A., Vargas, A., Hernández, E., Mejía, H.; Mendoza, R., Ramos, A. y Aceves, E. (2001). Subproyecto tecnologías alternativas sustentables. Proyecto manejo sustentable de laderas. Gobierno del estado de Oaxaca, Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), Global environment facility, El Banco Mundial, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) y el Colegio de Postgraduados. Montecillo, Estado de México. México.

- Cortés I., Turrent, A., Díaz P., Hernández E., Mendoza R. y Aceves E. (2005). Manual para técnicos: Milpa Intercalada en Árboles Frutales (MIAF) Caducifolios en Laderas Abruptas. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México.
- Cruz, M. A. (2009). *Eficiencia relativa de la tierra y perspectivas de dos policultivos de temporal en Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca*. Tesis de Maestría en Ciencias. Oaxaca de Juárez: Instituto Politécnico Nacional. p. 145.
- Damián, M. A., Ramírez, B., Parra, F., Paredes, J., Gil, A., López, J. y Cruz, A. (2007). *Apropiación de tecnología y territorio: el caso de los productores de maíz del estado de Tlaxcala, México*. Boletín Investigaciones Geográficas, Número 63, UNAM, México, pp. 36-55. ISSN 0188-4611.
- 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 (1ra. ed.). Puebla: Fomento Editorial BUAP, p. 69.
- Damián, M. A., Cruz, A., Ramírez, B., Romero, Moreno, S. y Reyes, L. (2013). Maíz, alimentación y productividad: modelo tecnológico para productores de temporal de México. *Agricultura Sociedad y Desarrollo*, 10(2).
- Deschamps, L., y Escamilla, G., (2010). *Hacia la consolidación de un sistema mexicano de innovación agroalimentaria*. México: IICA. p. 464., 21.5 x 28 cm.
- De Schutter, O. (2010). Report submitted by the Special Rapporteur on the right to food. UN General Assembly. Human Rights Council Sixteenth Session. Agenda item 3A/HRC/16/49.
- Dismukes, J. P. (2005). Information accelerated radical innovation from principles to an operational methodology. *The Industrial Geographer*, 3(1), 19-42.
- Duch, G. J. (1998). Tipologías empíricas de productores agrícolas y tipos ideales en el estudio de la agricultura regional. *Revista de Geografía Agrícola*, (57), 27-38.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) (2002). La reducción de la pobreza y el hambre: la función fundamental de la financiación de la alimentación, la agricultura y el desarrollo rural. Documento preparado para la Conferencia Internacional sobre la Financiación para el Desarrollo Monterrey, México, 18-22 de marzo de 2002.

- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) (2009). La agricultura mundial en la perspectiva del año 2050. Foro de expertos de alto nivel ¿Cómo alimentar el mundo en 2050? Roma 12-13 octubre 2009.
- FAOSTAT (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación), (2013). Producción de maíz en el mundo. [En línea]. <<http://faostat.fao.org/>>. [13 enero 2015].
- Ferrusquía, I. (1993). Geology of Mexico: a synopsis. In *Biological diversity of Mexico: origins and distribution*, T. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.). Oxford University, Oxford, New York. p. 3-107.
- Formichella, M. (2005). *La evolución del concepto de innovación y su relación con el desarrollo*. Argentina: INTA.
- Fournier, G. P. (1996). "El maíz y la tortilla en la historia prehispánica". En: La industria de la masa y la tortilla. Desarrollo y tecnología. UNAM. México.
- Gliessman, R. (1998). *Agroecology: ecological process in sustainable agriculture*. Ann Arbor, MI: Ann Arbor Press.
- 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.; Ruíz, L. y Bravo, S. (1999). Tecnología tradicional indígena y conservación de los recursos naturales. En: *Balance y Perspectivas del Derecho Social y los Pueblos Indios de Mesoamérica*. VIII Jornadas Lascasianas. UNAM, México. p. 121-142.
- Gurian-Sherman, D. (2009). Failure to Yield: Evaluating the Performance of Genetically Engineered Crops. Cambridge, MA, Union of Concerned Scientists.
- Hernández X., E. (1977). *Agroecosistemas de México: contribución a la enseñanza , la investigación y la divulgación agrícola*. (2da. Ed). México: Colegio de Posgraduados.
- Instituto Europeo de Sostenibilidad Empleabilidad e Innovación (ISEI). (2012). *Guía de comercio justo y consumo responsable*.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2009). *Pronuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos*.

- Leff, E. (2011). Diálogo de saberes, saberes locales y racionalidad ambiental en la construcción de social de la sustentabilidad. En: Argueta, A., E. Corona-M y P. Hersch (coords.). *Saberes colectivos y dialogo de saberes en México*. Proyecto "Compartiendo saberes." CRIM-UNAM, UNAH, UIA, Fonciycyt, Puebla, México.
- Mera, M., Castillo, F. y Bye, R. (2007). *Diversidad genética y conocimiento de plantas según los conocimientos del agricultor, en el agroecosistema de milpa*. Simposio internacional. Quito, Ecuador. Agosto 31 sept. 3, 2007, ciat, vol., p. 2000.
- Mojena, M., Bertolí M. y Zaffaroni, E. (2000). Evaluaciones de plagas insectiles en agroecosistemas de intercalamiento de maíz (*Zea mays*, L.) y frijol (*Phaseolus vulgaris*, L) con yuca (*Manihot esculenta*, Crantz). *Rev. Bras. de Agrociencia*, 6(1), 4-11.
- Montaldo, P. (1982). *Agroecología del Trópico Americano*. IICA, San Jose, Costa Rica. p.11
- Morley, G. (1985). *La civilización maya*. México, D.F.: Fondo de Cultura Económica.
- Nadal, A. y Wise T. (2005). *Los costos ambientales de la liberalización Agrícola: El comercio del maíz entre México y EU, en el marco del NAFTA*. Disponible en Internet.
- Nicholls, C. y Altieri, M. A. (2002). Biodiversidad y diseño agroecológico: un estudio de caso de manejo de plagas en viñedos. *Manejo integrado de Plagas y Agroecología*, (65), 50-64.
- Odum, P. (1985). *Fundamentos de ecología*. Nueva Editorial Interamericana. México. p. 422.
- Paganelli, A., Gnazzo, V., Acosta, H., Lopez, S., and Carrasco, A. (2010). "Glyphosate---Based Herbicides Produce Teratogenic Effects on Vertebrates by Impairing Retinoic Acid Signaling." *Chemical Research in Toxicology* 23: 1586–1595.
- Polanco, A. y Flores, T. (2008). Bases para una política de I&D e innovación de la cadena de valor del maíz. Foro Consultivo Científico y Tecnológico, Primera edición. 244 pp. México.
- Ranaboldo, C. y Venegas, C. (2007). *Escalonando la agroecología*. Procesos y aprendizaje de cuatro experiencias en Chile, Cuba, Honduras y Perú. Madrid: Plaza y Valdés. Primera edición, p. 177.

- Ravallion, M., Chen, S. y Sangraula, P. (2007). *New Evidence on the Urbanization of Global Poverty*, Policy Research Working Paper No. 4199 (Washington: Banco Mundial), <http://econ.worldbank.org/docsearch>.
- Ronen, E. (2008). Microelementos en la agricultura. Red Hidroponía, Boletín No. 38. Lima, Perú.
- Rosset, P. and Altieri, M. A. (1997). Agroecology versus input substitution: a fundamental contradiction of sustainable agriculture. *Society and Natural Resources*, 10(3), 283–95.
- Ruiz, A. D.; Jiménez, L.; Figueroa, O. y Morales, M. (2012). Adopción del sistema milpa intercalada en árboles frutales por cinco municipios mixes del estado de Oaxaca. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 3(8),1605-1621.
- Santis y Gangas, M. (1998). La observación como fuente del conocimiento geográfico en resúmenes de Congreso de Ciencias Sociales y Reforma Educacional, La Serena, Chile.
- Sarandón, J. 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). p. 467.
- Secretaría de agricultura, ganadería, desarrollo rural pesca y alimentación (SAGARPA). (2013). Programa Sectorial de Desarrollo Agropecuario, Pesquero y Alimentario 2013-2018.
- Stamm, Von B. (2008). *Managing innovation, design and creativity*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.
- Sen, A., y Foster, J. (2003). Espacio, capacidad y desigualdad, en *Comercio Exterior*, 53(5), México.
- Séralini, Gilles-Eric, Joël Spiroux de Vendômois, Dominique Cellier, Charles Sultan, Marcello Buiatti, Lou Gallagher, Michael Antoniou and Krishna J. Dronamraju. 2009. "How Subchronic and Chronic Health Effects can be Neglected For GMOs, Pesticides or Chemicals." *International Journal of Biological Sciences*, 5(5), 438-443.
- Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). (2013). *Anuario estadístico de la producción agrícola*. [En línea]. <<http://www.siap.sagarpa.gob.mx/>>. [07 marzo 2013].

- Sumpsi, J. M. (2013). Los retos de la agricultura para alimentar al mundo en 2050. *Revista Tiempo de Paz*, Universidad Politécnica de Madrid, (106), 37-48.
- Tarancón M., Díaz-Ambrona C. y Trueba., I. (2011). ¿Cómo alimentar a 9.000 millones de personas en el 2050? XV Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos, ETSI Agrónomos Universidad Politécnica de Madrid. Huesca, 6-8 de julio.
- Toledo, V.M. (2005). “La Memoria Tradicional: la importancia agroecológica de los saberes locales”. *LEISA, Revista de Agroecología: Ecoagricultura cultivando con la naturaleza*. 20(4), 16-19.
- Townsend, P. (2003). La conceptualización de la pobreza, en *Comercio Exterior*, 53(5), México.
- Turrent, A., Wise, T. y Garvey, E. (2012). Factibilidad de alcanzar el potencial productivo maíz en México. Universidad de Tufts, Mexican Rural Development Research Reports. Reporte 24. p. 36 <http://www.ase.tufts.edu/gdae/Pubs/wp/12-03TurrentMexMaize.pdf>
- Turrent, A. (2014, 21 de marzo). ¿Seguridad alimentaria o estancamiento? *La Jornada*, versión impresa.
- Van Wyk, 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.

APÉNDICE



Proyecto de investigación: milpa, seguridad alimentaria, potencial productivo y SIPAM

Nombre del entrevistado: _____

Junta auxiliar/Localidad/Ejido: _____

I. INFORMACION SOCIODEMOGRÁFICA

Anote el parentesco, sexo, edad, estado civil y escolaridad de cada uno de los miembros de la familia que viven con Usted.

| Cod. | Parentesco | Sexo | Edad | Estado civil | Escolaridad |
|--------------|------------|------|------|--------------|-------------|
| Entrevistado | | | | | |
| 01 | | | | | |
| 02 | | | | | |
| 03 | | | | | |
| 04 | | | | | |
| 05 | | | | | |
| 06 | | | | | |
| 07 | | | | | |
| 08 | | | | | |
| 09 | | | | | |
| 10 | | | | | |
| 11 | | | | | |
| 12 | | | | | |

¿Habla alguna lengua materna? Si () No () ¿Cuál? _____

De l@s hij@s casad@s ¿algun@s construyeron su vivienda en su solar? Si () No ()

¿Diga quienes? () () ()

De l@s hij@s casad@s ¿algun@s dependen económicamente de Usted? Si () No ()

¿Diga quienes? () () ()

II. INFORMACIÓN ECONÓMICA

2.1. Ingresos por otras actividades productivas

Además de sembrar maíz ¿qué otro tipo de actividad económica efectúa Usted?

| Actividad (por orden importancia) | Ingreso/anual (\$) |
|-----------------------------------|--------------------|
| | |
| | |
| | |

2.2. Emigración

¿Algún miembro de su familia ha emigrado? Si () No ()

2.2.1. Características de los migrantes y remesas enviadas

| Cod. | ¿Durante qué periodo trabaja(n) fuera de la comunidad? ¹ | ¿A qué lugar emigró? | Cantidad de dinero que recibió de familiares que emigraron (\$) |
|------|---|----------------------|---|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

¹ El periodo que trabajan fuera de la comunidad puede ser de: hasta seis meses, de seis-doce meses y > de doce meses.

2.3. Otros ingresos

Además de los ingresos que tiene como productor ¿Obtiene Usted otros ingresos?

| Tipo de ingreso | Cantidad/año (\$) | Tipo de ingreso | Cantidad/año (\$) |
|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|
| Subsidios | | Otros | |
| Donaciones | | Otros | |

III. CONSUMO

¿Cuánto gastó la semana pasada para la compra de alimentos? \$ _____

¿Con que periodicidad compra ropa? _____ Mes/años ¿Cuánto gastó?

\$ _____

¿Con que periodicidad compra zapatos? _____ Mes/años ¿Cuánto gastó?

\$ _____

¿Con que periodicidad mejora su vivienda? _____ Mes/años ¿Cuánto gastó?

\$ _____

| El mes pasado cuánto gastó en: | | | | En el último año cuánto gastó o invirtió en: | | | |
|--------------------------------|----|------------|----|--|----|--------------|----|
| Gas | \$ | Leña | \$ | Educación | \$ | Salud | \$ |
| Luz | \$ | Gasolina | \$ | Festividades | \$ | Otros gastos | \$ |
| Agua | \$ | Pasajes | \$ | Otros gastos | \$ | Otros gastos | \$ |
| Teléfono | \$ | Otro gasto | \$ | Otros gastos | \$ | Otros gastos | \$ |

IV. CARACTERÍSTICAS DE LA VIVIENDA

| | | | |
|------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Su casa tiene paredes de: | Su casa tiene techo de: | ¿Cuántos cuartos tienen su vivienda? | Su casa tiene piso de: |
| Su casa tiene luz eléctrica: | Su casa tiene Agua potable: | Su casa tiene drenaje: | Su casa tiene letrina ¹ : |

¹ Si no tiene letrina anotar no y si tiene hay que anotar el tipo de letrina que tiene y el lugar donde se encuentra (habitación/solar).

En su casa cuenta con:

| | |
|--------------|-------------------|
| A) Radio () | F) Microondas () |
|--------------|-------------------|

| | | | |
|---------------------|-----|-----------------|-----|
| B) Televisión | () | G) Refrigerador | () |
| C) Video/ DVD | () | H) Licuadora | () |
| D) Teléfono/celular | () | I) Otro | () |
| E) Estufa | () | J) Otro | () |

V. TENENCIA DE LA TIERRA

Superficie, tipo de tenencia y cultivo que sembró en 2012 en cada una de sus parcelas

| Núm. parcela | Superficie/Ha | MRCP ¹ | Tenencia ² | Cultivo sembrado |
|--------------|---------------|-------------------|-----------------------|------------------|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

¹ Minutos recorridos de la casa a la parcela.

² Tenencia de la tierra: puede ser propia, ejidal, comunal, a medias, al tercio y prestada.

VI. MANEJO DEL CULTIVO

| | | | |
|--|-----------|----------|--------------|
| La pendiente del suelo donde siembra es: | Mucha () | Poca () | No tiene () |
| ¿Qué tipo de suelo predomina(n) en su parcela? | | | |
| ¿Su parcela cuenta con riego? | Si () | No () | |

6.1. Preparación del suelo

¿Cuáles son las actividades que lleva a cabo en la preparación del suelo?

| Actividad | Mes | Yunta/Tractor/Manual | Animal/Instrumento ¹ |
|-----------|-----|----------------------|---------------------------------|
| Chapeo | | | |
| Barbecho | | | |
| Rastreo | | | |
| Surcado | | | |
| Otro | | | |

¹ Sólo si la respuesta es yunta o manual, anote el tipo del animal o instrumento utilizado.

6.2. Siembra

¿Cuáles son los cultivos y manejo, que comprende la siembra de la milpa?

| Cultivo | Mes/edad ¹ | Tractor/yunta/Manual | Animal/Instrumento ² |
|----------|-----------------------|----------------------|---------------------------------|
| Maíz | | | |
| Frijol | | | |
| Haba | | | |
| Arvejón | | | |
| Calabaza | | | |
| Frutal 1 | | | |
| Frutal 2 | | | |

¹ Edad: se refiere al número de años que tienen los frutales.

² Si la respuesta es yunta o manual, anote el tipo del animal o instrumento usado.

6.2.1. Densidad de plantas por hectárea.

¿Qué distancia deja entre surcos y mata en la siembra de los cultivos incluidos en la milpa?

| Cultivo | Dist./surcos | Dist./matas | Plantas/mata |
|---------|--------------|-------------|--------------|
| Maíz | | | |
| Frijol | | | |
| Haba | | | |
| Arvejón | | | |

| | | | |
|----------|--|--|--|
| Calabaza | | | |
| Frutal 1 | | | |
| Frutal 2 | | | |

6.2.2. Maíz

¿Cuáles son las características de la semilla de maíz que utiliza en la siembra de la milpa?

| Nombre de variedad | Color | Ciclo planta | Altura | Origen ¹ |
|--------------------|-------|--------------|--------|---------------------|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

¹ Se refiere a si la semilla sembrada fue comprada, obtenida de la cosecha anterior o fue un intercambio.

6.2.3. Frijol

¿Cuáles son las características de la semilla de frijol que utiliza en la siembra de la milpa?

| Nombre de variedad | Color | Ciclo planta | Tipo ¹ | Origen ² |
|--------------------|-------|--------------|-------------------|---------------------|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

¹ Se refiere a si es enredador o erecto. ² Se refiere a si la semilla sembrada es propia, comprada o intercambiada.

6.2.4. Calabaza

¿Cuáles son las características de la semilla de calabaza que utiliza en la siembra de la milpa?

| Nombre de variedad | Color | Ciclo planta | Tipo |
|--------------------|-------|--------------|------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |

6.3. Labores de cultivo

¿Cuáles son las labores de cultivo que Usted efectúa en su milpa?

| Labor de cultivo | Días a: ¹ | Tractor/yunta/Manual | Animal/Instrumento ² |
|------------------|----------------------|----------------------|---------------------------------|
| Primera | | | |
| Segunda | | | |
| Tercera | | | |

¹ Se refiere al número de días que transcurrieron entre la siembra y la ejecución de la labor de cultivo correspondiente. ² Sólo si la respuesta es yunta o manual, anote el tipo de animal o instrumento utilizado.

6.4. Uso de herbicidas

¿Utiliza algún herbicida para controlar la mala hierba? Si () No ()

| Tipo herbicida | Tipo de maleza | Dosis/hectárea | | Fecha aplicación |
|----------------|----------------|----------------|-------------|------------------|
| | | L/Kg herbicida | Litros agua | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

6.5. Uso de fertilizantes

¿Aplica fertilizantes a su cultivo? Si () No ()

| Tipo Fertilizante | Dosis/hectárea | | Fecha aplicación |
|-------------------|----------------|----------|------------------|
| | Núm. bultos | Dosis/ha | |
| | | | |

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

6.6. Uso de abono orgánico

¿Aplica abono orgánico a su cultivo? Si () No ()

| Tipo de abono | Kg/ha | Origen ¹ | Fecha de aplicación | Forma aplicación ² |
|---------------|-------|---------------------|---------------------|-------------------------------|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

¹ Se refiere a si el abono es comprado, si es obtenido de sus propios animales, si es regalado o intercambiado.

² Se refiere a si es esparcido en toda el área de siembra o si es aplicado a cada una de las matas.

6.7. Uso de insecticidas/fungicidas

¿Su cultivo es afectado por plagas o enfermedades? Si () No (). Mencione cuales.

| Plaga/enfermedad | PPD ¹ | Combate ² | Dosis/hectárea ³ | | Práct. Agroec. ⁴ | FAP ⁵ |
|------------------|------------------|----------------------|-----------------------------|-------------|-----------------------------|------------------|
| | | | L/Kg Prod | Litros agua | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

¹ Parte de la planta dañada. ² Si se combate, colocar el tipo de insecticida utilizado. ³ Se refiere al manejo convencional de plagas/enfermedades (dosis del insecticida utilizado). ⁴ Se refiere al empleo de prácticas agroecológicas en el manejo de plagas/enfermedades, tales como el uso de insecticida natural, trampas, etc. ⁵ Fecha de aplicación del producto.

6.5. Rendimientos por hectárea y destino de la cosecha

¿Cuántos Kilogramos por hectárea obtiene en la cosecha?

| Cultivo | Rend/ha (Kg/ha) | Fecha (mes) | Destino de la producción ¹ | Forrajes ² /leña (Kg) |
|----------|-----------------|-------------|---------------------------------------|----------------------------------|
| Maíz | | | | |
| Frijol | | | | |
| Haba | | | | |
| Arvejón | | | | |
| Calabaza | | | | |
| Frutal 1 | | | | |
| Frutal 2 | | | | |

Indicaciones de llenado. ¹ Destino de la producción: A= Autoconsumo, V= Venta, ACV= Autoconsumo y venta. I= Intercambio, PC= Preparación de conservas. ² Forrajes: AG= Alimentación de ganado, VF= Venta de forraje. En leña: V= Venta y A= Autoconsumo. Es posible que coincidan distintas letras en cada uno de los cultivos.

VII. RELACIÓN FAMILIA-AGROECOSISTEMA MILPA

¿Aprovecha otras plantas que crecen en la milpa? Si () No ()

| Nombre común | Usos ¹ | Parte de la planta ² |
|--------------|-------------------|---------------------------------|
|--------------|-------------------|---------------------------------|

| | M | F | C | CO | O | H | T | F | R | P | O |
|--|---|---|---|----|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |

Indicaciones de llenado. ¹Usos: M= Medicinal, F= Forraje, C= Comestible, Co= Condimentos, O= Otros.
² Parte de la planta: H= Hoja, T= Tallo, F= Flor, R= Raíz, P= Polen O= Otros.
 Nota se pondrá la letra que corresponde y si es medicinal para que se utilizan.

VIII. EMPLEO DE TÉCNICAS CAMPESINAS

8.1. Rotación de cultivos

¿En el ciclo agrícola pasado en su parcela sembró un cultivo distinto al de este año?
 Si () No ()
 ¿Diga cuales?-----

8.2. Prácticas de conservación de suelos y aguas

¿En su parcela acostumbra a realizar prácticas de conservación? Si () No ()
 ¿Diga cuales?-----

IX. DISPONIBILIDAD AL CRÉDITO

¿Para cultivar el maíz obtuvo algún crédito? Si () No ()
 ¿Qué institución/persona le otorgó el préstamo?-----
 ¿Qué cantidad de dinero le prestaron? \$-----

X. DISPONIBILIDAD A LA ASISTENCIA TÉCNICA

¿Para cultivar el maíz recibió asesoría técnica? Si () No ()
 ¿Qué institución le otorgó la asesoría técnica?-----
 ¿Acostumbra a leer folletos técnicos relacionados con la siembra de maíz? Si () No ()

XI. INFRAESTRUCTURA Y EQUIPO AGRÍCOLA

¿Qué tipo de maquinaria, equipo e infraestructura agrícola posee Usted?

| Maquinaria y equipo | Cantidad | Propiedad | Maquinaria y equipo | Cantidad | Propiedad ¹ |
|---------------------|----------|-----------|---------------------|----------|------------------------|
| Azadones | | | Niveladoras | | |
| Hoces | | | Fertilizadores | | |
| Machetes | | | Aspersores manuales | | |
| Talachos | | | Fumigadores | | |
| Palas | | | Sistema de riego | | |
| Yunta | | | Remolque | | |
| Tractor | | | Bodegas | | |
| Arados | | | Camioneta | | |
| Rastras | | | Otro equipo | | |
| Sembradoras | | | Otro equipo | | |

¹ Indicaciones de llenado de propiedad: P= Propiedad. C= Comunal.

XIV. COSTOS DE PRODUCCIÓN Y ACTIVIDADES POR SEXO

| Actividad | Jornales de la familia | | Asalariad@s | | | Costo servicio/insumo (\$) | |
|---------------------|------------------------|---|-------------|---|----|----------------------------|----------|
| | M | H | M | H | \$ | Unitario ¹ | Total/Ha |
| Chapeo | | | | | | | |
| Barbecho | | | | | | | |
| Rastra | | | | | | | |
| Surcado | | | | | | | |
| Siembra | | | | | | | |
| Compra semillas | | | | | | | |
| Primera labor | | | | | | | |
| Segunda Labor | | | | | | | |
| Tercera labor | | | | | | | |
| Herbicida 1 | | | | | | | |
| Herbicida 2 | | | | | | | |
| Fertilizante 1 | | | | | | | |
| Fertilizante 2 | | | | | | | |
| Insecticida 1 | | | | | | | |
| Insecticida 2 | | | | | | | |
| Traslado insumos | | | | | | | |
| Corte de hoja | | | | | | | |
| Cosecha | | | | | | | |
| Traslado de cosecha | | | | | | | |
| Desgranado | | | | | | | |
| Otro costo | | | | | | | |

¹ Se refiere al costo del insumo por unidad (hectárea, bulto de fertilizante, litro de herbicida, etc.). CT = Costo de traslado de donde se adquirió.

X. MANEJO DE LA POSTCOSECHA

¿Utiliza algunos productos para conservar su cosecha? Si () No ()

| Cultivo | Lugar Almacenamiento | Conservación de cosecha | | | | |
|----------|----------------------|-------------------------|----|----------|--------------|----------------|
| | | Si | No | Producto | Dosis (L/KG) | Mes aplicación |
| Maíz | | | | | | |
| Frijol | | | | | | |
| Haba | | | | | | |
| Arvejón | | | | | | |
| Calabaza | | | | | | |