

Nivel de adopción de tecnologías para la producción de jitomate en productores de pequeña escala en el estado de Oaxaca*

Level of technology adoption of small-scale tomato producers in the state of Oaxaca

Bersaín Ortiz Jiménez¹, Leobardo Jiménez Sánchez¹, Mariano Morales Guerra², Anibal Quispe Limaylla¹, Antonio Turrent Fernández³, Gilberto Rendón Sánchez¹ y Roberto Rendón Medel⁴

¹Colegio de Postgraduados-Campus Montecillo. Carretera México-Texcoco, km 36.5. 56230 Montecillo, Estado de México, México. (ljs@colpos.mx), (anibalq@colpos.mx), (grendonsaxa@hotmail.com). ²Campo Experimental Valles Centrales Melchor Ocampo No. 7 Col. Santo Domingo Barrio Bajo Villa de Etlá. C.P. 68200, Oaxaca Oaxaca. (morales.mariano@inifap.gob.mx) ³Campo Experimental Valle de México, INIFAP. Carretera Los Reyes-Texcoco, km 13.5, A. P. 10, C. P. 56250. Coatlínchán, Texcoco, Estado de México. (aturrent37@yahoo.com.mx). ⁴Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial. Universidad Autónoma Chapingo. Carretera México-Texcoco, km 38.5. Texcoco Estado de México, México. C. P. 56230. (rendon.roberto@ciestaam.edu.mx). ⁵Autor para correspondencia: beroj30@hotmail.com.

Resumen

El objetivo de la investigación realizada fue determinar el nivel de adopción de las tecnologías en la producción de jitomate (*Lycopersicon Esculentum*) en invernadero y el impacto en la productividad del cultivo. La escuela de campo fue el método para transferir tecnología, las sesiones de las escuelas de campo se realizaron en la parcela de los propios productores. La selección de los productores se hizo de manera dirigida. De 71 recomendaciones tecnológicas divulgadas a través de la metodología de las escuelas de campo, los productores de jitomate adoptaron 46%. Esto implicó mejores rendimientos en la producción de jitomate y mejoró los ingresos familiares.

Palabras clave: jitomate (*Lycopersicon esculentum*) en invernadero, adopción de tecnología, rentabilidad.

Introducción

El desarrollo del sector rural en México ha sido materia de las políticas agrícolas para generar empleo, mejorar productividad por hectárea y elevar el nivel de vida de las

Abstract

The aim of this research was to determine the level of adoption of technologies in the greenhouse production of tomato (*Lycopersicon esculentum*) and the impact on crop productivity. The transfer of technology was done through a farmer field school; the school sessions took place in the plots of the producers themselves. A directed selection method was used to choose the producers that attended the schools. Of 71 technology recommendations divulged through the farmer field schools, tomato growers adopted 46%. This meant better yields in the production of tomatoes and improved household incomes.

Key words: greenhouse tomato (*Lycopersicon esculentum*), technology adoption, profitability.

Introduction

The development of the rural sector in Mexico has been the subject of agricultural policies meant to create jobs and improve yields and the life standards of rural families.

* Recibido: julio de 2012
Aceptado: marzo de 2013

familias. Desde la década de los años 40's se han planeado programas de desarrollo regional, (Miller, 1976; Comisión de agricultura, 1996; OCDE, 1997; Barkin *et al.*, 1982; PESA, 2006; Herrera, 2009). Estos con fines de aprovechar los recursos naturales, mejorar la productividad del campo y reducir la pobreza de la población rural en las regiones del país. Sin embargo, aspectos como la pobreza prevalecen y se incrementan (Comisión de Agricultura, 1996; Cumbre del milenio de la ONU, 2000 citado por Belik, 2004; FAO, 2006).

En la actualidad se continúan promoviendo prioridades de desarrollo rural como: seguridad alimentaria, combate a la pobreza y conservación de los recursos naturales. Uno de estos ha sido el Programa Estratégico para la Seguridad Alimentaria (PESA) que orientó sus programas en el manejo de agua, producción y diversificación de cultivo. En México PESA se incorporó como un proyecto de la SAGARPA, con el apoyo técnico de la FAO (FAO, 2006); el programa se centró en el desarrollo humano, fomento a la producción y el aumento de ingresos.

En la estrategia operativa intervinieron: el grupo PESA, la Agencia de Desarrollo Rural (ADR) y las comunidades rurales. Los recursos destinados al PESA provenían del gobierno Federal a través del Programa de Adquisición de Activo y el programa PESA-Presupuesto de Egresos de la Federación (PEF). Además PESA, tenía relación complementaria con programas del gobierno, cuya finalidad era impactar en la población vulnerable de alta y muy alta marginación para elevar la calidad de vida. PESA inicia operación en México en el año 2006 y dio atención a los hogares en aspectos de: traspatio, hogar, salud, la milpa, diversificación productiva y cadenas productivas, sobresaliendo los invernaderos de jitomate para generar ingresos.

La infraestructura del programa fue subsidiada por el gobierno; en un principio la incorporación del cultivo de jitomate en invernadero, según opinión de los productores fue un sistema agrícola novedoso, que a través del tiempo presentó las siguientes desventajas: dependencia y escasa presencia de técnicos para asesorar a todos los invernaderos de la región, deficiente manejo del cultivo, productores con invernaderos dispersos en el territorio de los municipios, proveedores de insumos alejados, mercado local y venta del producto casa por casa.

En el año 2010, el PESA y la Agencia de Desarrollo Rural (ADR) dejaron de operar en estas comunidades y retiraron las asesorías de los técnicos. Por esa fecha se inició el

Different regional development programs have been planned from the decade of the 40's, (Miller, 1976; Comisión de Agricultura, 1996; OECD, 1997; Barkin *et al.*, 1982, PESA, 2006; Herrera, 2009). These programs had the purpose of exploiting natural resources, improving farm productivity and reducing poverty in the rural regions of the country. However, issues such as poverty continue to prevail and even increase (Comisión de Agricultura, 1996; Millennium Summit of the United Nations, 2000, cited by Belik, 2004; FAO, 2006).

Rural development priorities such as food security, poverty reduction and natural resource conservation continue to be promoted today. One of the programs has been the Strategic Programme for Food Security (PESA), which oriented its efforts to water management, crop production and diversification. In Mexico, PESA started as a project from SAGARPA, with technical support from the FAO (FAO, 2006); the programme focused on human development, promoting increased production and incomes.

Involved in the operational strategy were: the PESA group, the Rural Development Agency (ADR) and rural communities. Funding for PESA came from the Federal Government through the Asset Purchase Program and the Expenditure Budget of the Federation (PEF). PESA also had complementary relationships with other government programmes which aimed to impact the vulnerable population of high and very high marginalization in order to raise its quality of life. PESA started operations in Mexico in 2006, giving attention to households in areas such as: backyard, home, health, cornfield, diversification of production and supply chains, emphasizing tomato greenhouses for generating income.

The programme infrastructure was subsidized by the government. Initially, the greenhouse production of tomatoes was, in the opinion of the producers, an innovative agricultural system, which over time had the following disadvantages: dependence on scarce technical advisers for all greenhouses in the region, poor crop management, scattered greenhouses throughout the territory of the municipalities, remote input suppliers, weak local market, and the need of selling the product door to door.

In 2010, PESA and the Rural Development Agency (RDA) ceased operations in these communities and withdrew the technical experts. By that date another research project began: "Innovation for economic and social development of

proyecto de investigación “innovación para el desarrollo económico y social del sector productivo rural en la región sur sureste de México”, realizado por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Valles Centrales, Oaxaca y financiada por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT).

La finalidad fue aprovechar la infraestructura productiva e incrementar la innovación tecnológica en el sector social y económico de estas comunidades. Se promovió un paquete de innovaciones tecnológicas generadas en el Campo Experimental Valles Centrales y se realizó la transferencia de la tecnología a través del modelo de las escuelas de campo, a productores- promotores de estas comunidades. Los cuales representan a familias campesinas que viven en municipios de alta y muy alta marginación que tienen potencial productivo, están organizados y existe infraestructura poco aprovechable que pueden ser generadores de innovación. En el mes de enero de 2010, responsables del INIFAP, realizan los acuerdos para operar el proyecto con las autoridades y productores de Santo Domingo Teojomulco y San Jacinto Tlacotepec en el estado de Oaxaca.

Tecnología en la producción de jitomate antes del proceso de las escuelas de campo

El proyecto del INIFAP- CONACyT, consideró las siguientes etapas: el análisis contextual y línea base, el diseño de alternativas, la adecuación del modelo a aplicar, la aplicación del modelo de capacitación, coordinación -seguimiento y la documentación. A partir de la línea base se realizó un diagnóstico para diseñar las alternativas o componentes tecnológicos para aplicar a través del método de las escuelas de campo. En general se observó que en la tecnología de producción que utilizaban sobresalieron algunas actividades como: arreglo agronómico, tutorío, fertirrigación y protección:

En protección más de 50% de los productores cumplían con los intervalos de seguridad de los agroquímicos, sin embargo pocos productores utilizaban overol, lentes, botas y guantes.

Los productores realizaban la fertirrigación de diferentes maneras.

Las enfermedades más comunes para los productores fueron: el tizón tardío (*Phytophthora infestans*) y la cenicilla (*Sphaerotheca pannosa*).

the rural productive sector in the south-southeast of Mexico", conducted by the National Institute for Forestry, Agriculture and Livestock Research (INIFAP) in the Central Valley of Oaxaca and funded by the National Council for Science and Technology (CONACyT).

The aim was to make the most of productive infrastructure and increase technological innovation in the social and economic spheres of these communities. It promoted a package of technological innovations generated in the Experimental Field of the Central Valleys and the technology was transferred to producers and promoters from these communities through the model of farm field schools. These people represent rural families living in municipalities with high and very high marginalization that have productive potential and are organized, but who take little advantage of the infrastructure to which they have access. In January 2010, INIFAP officials made arrangements for operating the project with the authorities and producers of Santo Domingo Teojomulco and San Jacinto Tlacotepec in the state of Oaxaca.

Technology for the production of tomatoes before the field school process

The INIFAP-CONACyT project considered the following stages: contextual analysis and baseline, design of alternatives, adequacy to the model, application of the training, coordination-monitoring and documentation model. A diagnosis was made from the baseline for designing the alternatives or the technology components that were to be transferred through the farm field schools. Overall, it was observed that the producers put an emphasis on some activities when using production technology: agronomic arrangement, training, fertigation and protection:

Regarding protection, more than 50% of the producers respected the safety intervals of agrochemicals; however, few producers used coveralls, goggles, boots and gloves.

Producers applied fertigation in different ways.

The most common diseases, according to producers, were: late blight (*Phytophthora infestans*) and powdery mildew (*Sphaerotheca pannosa*).

The use of phytosanitary products by producers was low; 20% could not even remember the names.

El uso de los productos fitosanitarios utilizados por los productores fue bajo, inclusive 20% no recordaban los nombres.

Las plagas más comunes en los invernaderos de los productores fueron el gusano trozador (*Spodoptera* sp.) y la mosquita blanca (*Trialeurodes vaporariorum* y *Bemisia tabaci*).

La poda, y el tutoreo la mayoría de los productores las realizaban, pero polinizaban a las 9 am.

Bajo porcentaje de productores manejó productos nutricionales.

Bajo porcentaje de productores manejó productos fitosanitarios para el combate de enfermedades.

El material más utilizado fue el híbrido Sun7705.

Otras observaciones realizadas antes de que iniciara el proceso de la escuela- invernadero fueron: lavado de manos con agua y cloro al entrar al invernadero y lavado de sus herramientas para prevenir enfermedades. En el uso de productos fitosanitario y nutricionales, y otros manejos del cultivo de jitomate fueron bajos, en este tipo de actividades los productores dependían de la asistencia técnica de los PSP.

En general se observó desconocimiento y deficiencia en el manejo del cultivo de jitomate, hicieron falta actividades de selección de variedad, desinfección del suelo e invernadero, producción y manejo de plántulas, poda adecuada, hora de polinización adecuada, análisis del agua y determinación de los nutrientes necesarios, riegos calendarizados, control de plagas y enfermedades, seguridad personal, inocuidad y otros; situación que impacta en la eficiencia y la producción.

Las actividades fueron realizadas por los integrantes de la unidad familiar. La unidad familiar (UF), representa la forma básica de la reproducción social y productiva de las comunidades rurales. Para Teves *et al.* (1997) la UF tiene tres componentes, social, espacial y económica. Las unidades familiares en estudio se organizan para la producción y administración de la tierra con todas las actividades referentes al cultivo de café cereza, frijol, maíz, piña, garbanzo y mamey.

The most common pests in the greenhouses of the producers were the army worm (*Spodoptera* sp.) and the whitefly (*Trialeurodes vaporariorum* and *Bemisia tabaci*).

Most producers performed pruning and training but pollinated at 9 am.

A low percentage of producers handled nutritional products.

A low percentage of producers handled phytosanitary products to combat diseases.

The most commonly used material was the hybrid Sun7705.

Other observations made before the process of farm field school started were: washing hands with water and chlorine when entering the greenhouse, and washing of tools to prevent diseases. The use of phytosanitary products and nutritional products in tomato cultivation was low; in this type of activity producers depended on the technical assistance of the PSP.

Overall, there was ignorance and deficiency in the management of tomato cultivation. There was a lack of variety selection activities, soil and greenhouse fumigation, seedling production and management, proper pruning, time of pollination, water analysis and determination of necessary nutrients, scheduled irrigation, pest and disease control, personal security, innocuity and other activities, a situation that impacts efficiency and production.

The activities were undertaken by members of the family unit. The family unit (FU) represents the basic form of social reproduction and production in rural communities. To Teves *et al.* (1997), the FU has three components, social, spatial and economic. Studied family units organize for production and land management with respect to all activities related to the cultivation of cherry coffee, beans, corn, pineapple, chickpeas and mamey.

Corn, an ancient crop cultivated by our ancestors (Mangelsdorf and Smith, cited by Wellhausen, 1951; Bautista, 2009) is used for self-consumption, as are beans. The production of these crops in the region has been unfavorable in recent years (SIAP, 2009). The family unit incorporated greenhouse production of tomato as a complementary system to generate income, it served also to increase production per unit area and to increase production quality (Sandoval, 2006).

El maíz que es un cultivo milenario practicado por nuestros antepasados (Mangelsdorf y Smith citado por Wellhausen, 1951; Bautista, 2009), es utilizado para el autoconsumo al igual que el frijol, la producción en la región de estos cultivos en los últimos años ha sido desfavorable (SIAP, 2009). La unidad familia incorporó la producción de jitomate en invernadero como un sistema complementario para generar ingresos, además tiene la función de aumentar la producción por unidad de superficie e incrementar la calidad de la producción (Sandoval, 2006).

Chayanov (1974), señala que dos sistemas que desempeña la unidad familiar son diferenciados ideológica y económicamente o como dos formas de organización social. La primera, la milpa tradicional de trabajo familiar, no está determinada para obtener ganancias netas elevadas, sino para atender las necesidades de las familias. El segundo sistema es el de la producción comercial donde prevalece la inversión, ahorro y división del trabajo. Las unidades familiares en estudio presentan esta dualidad en su sistema agrícola, en los años del presente trabajo con ambos sistemas se ha mantenido la continuidad, se produce el maíz para el consumo y los invernaderos persisten.

Para Marx (1982), la economía campesina, por definición es una economía mercantil: el campesino vende para comprar. La circulación simple de mercancías, o sea $M(\text{mercancías})-D(\text{dinero})-M(\text{mercancías})$, tiene como fin la satisfacción de necesidades. Para Wolf (1980), el campesino vende y cubre sus necesidades cotidianas y para mantener su status establecido. Margulis (1979), señala que la economía campesina se encuentra inmersa en una economía capitalista con ciertas características diferenciadas.

La milpa mantiene sus características productivas tradicionales, la producción de jitomate en invernadero requiere inversión, mano de obra e insumos comerciables. Además requiere de conocimientos tecnológicos que generen eficiencia y rentabilidad, aunado a la diversificación productiva y el acceso a los mercados. Nilo *et al.* (1998) señala que la tecnología se introduce para crear más ganancias, aumentar la productividad, y ser funcional económica, social y ambientalmente en el contexto local; Marx (1984), menciona que la tecnología induce desarrollo y progreso; Schumpeter (1978), considera a la tecnología como aquella que produce cambios dinámicos de una economía; la CEPAL (2002), relaciona a la tecnología con el progreso y las asimetrías del sistema económico

Chayanov (1974) notes that two agricultural systems used by family units are ideologically and economically differentiated as two forms of social organization. The first, the traditional "milpa" worked by a family is not meant to obtain high net profits, but to meet the family needs. The second system is commercial production, where investment, savings and the division of labor prevail. The family units studied showed this duality in their farming system, in the years elapsed during the present work, both systems maintained continuity; corn was produced for consumption and the greenhouses persisted.

For Marx (1982), the rural economy is by definition a market economy: the farmer sells to buy. The simple circulation of commodities, i.e. $G(\text{goods})-M(\text{money})-G(\text{goods})$, aims to the satisfaction of needs. For Wolf (1980), the farmer sells for meeting his daily needs and to maintain his established status. Margulis (1979) notes that the rural economy is immersed within a capitalist economy with certain distinct characteristics.

The milpa maintains its traditional production characteristics; the greenhouse production of tomato requires investment, labor and tradable inputs. It requires also technological knowledge that generate efficiency and profitability, coupled with the diversification of production and access to markets. Nilo *et al.* (1998) points out that technology is introduced to create more revenue, increase productivity, and be functional in economic, social and environmental terms in the local context; Marx (1984) mentions that technology induces development and progress; Schumpeter (1978) considers technology as that which produces dynamic changes in an economy; the CEPAL (2002) relates technology to progress and the asymmetries in the international economic system. The OECD (1994), cited by Aranda *et al.* (2010), points out that technological innovation can be a new or improved idea, a product, or a process.

The technology proposed at this stage for the production of tomato was developed in the INIFAP, in the Experimental Field of the Central Valleys of Oaxaca. Subsequently, researchers validated and transferred the technology to producers through the farm field schools. Habit (1982) notes that technology transfer is an educational activity that involves interrelated elements through the process of learning by doing, discussion and dialogue, where peasant farmers, extension workers, technicians and researchers share their experiences, views and scientific and practical knowledge, learning from each other in the joint analysis of situations and problems.

internacional. La OCDE (1994), citado por Aranda *et al.* (2010), señala que la innovación tecnológica es una idea, producto, procedimiento nuevo o mejorado.

La tecnología propuesta para la producción de jitomate en este estadio se desarrolló en el INIFAP, Campo Experimental Valles Centrales del estado de Oaxaca. Posteriormente, investigadores validan y transfieren la tecnología a los productores a través de la metodología de las escuelas de campo. Habit (1982), señala que la transferencia de tecnología es una actividad educativa interrelacionada, mediante el proceso de aprender-haciendo, la discusión y el diálogo, donde agricultores, campesinos, extensionistas, técnicos e investigadores aporten sus experiencias, puntos de vista y conocimientos científicos y prácticos, aprendiendo unos de otros, en el análisis conjunto de situaciones y problemas.

La metodología de las escuelas de campo, valora las actividades mentales y prácticas socioculturales del aprendiz. Desarrolla un pensamiento crítico, activo y vivencial del productor. La adopción de tecnología se inicia cuando los productores incorporan la nueva tecnología o conocimientos en sus parcelas. Sin embargo, el fenómeno de transmisión de conocimientos (enseñanza-aprendizaje), es complejo para productores adultos y con bajos niveles de educación.

Para reactivar la economía de los productores de pequeña escala es necesario trascender en la productividad de otros sistemas agrícolas comerciales como lo es la agricultura protegida. Al respecto, la agricultura protegida, en los últimos años ha tenido importancia, principalmente por la implementación de ésta en los sectores rurales rezagados. En el caso del estado de Oaxaca la superficie de jitomate fue aproximadamente de 797 hectáreas, con rendimientos promedios de 18 t ha⁻¹, mientras que en Sinaloa se obtienen 42 t ha⁻¹ (SAGARPA, 2004 citado por Rodríguez *et al.*, 2006).

La situación actual de las comunidades rurales se encuentra enmarcada en el proceso de la globalización, que repercute de manera directa tanto en la producción y el consumo de los productores en pequeña escala y que se dedican a la milpa de autoconsumo. Los productores de la presente investigación se dedican al sector primario, siembran milpa tradicional de autoconsumo y presentan ciertas características de pobreza. En ambos municipios, 44.6% de la población de 15 años y más es analfabeta (INEGI, 2010). La CONEVAL (2010), señala que en México en los

The farm field schools methodology assesses the mental activities and the sociocultural practices of the learner. It develops the active, critical and experiential thinking of the producer. Technology adoption begins when producers incorporate new technology or knowledge in their fields. However, the phenomenon of knowledge transmission (teaching and learning) is a complex process for adult producers with low education levels.

In order to revive the economy of small-scale producers, other commercial agricultural systems such as protected agriculture must be promoted. In this regard, protected agriculture has been important in recent years, especially its implementation in backward rural areas. In the case of the state of Oaxaca, the surface of tomato cultivation was approximately 797 hectares, with average yields of 18 t ha⁻¹, while in Sinaloa producers obtain 42 t ha⁻¹ (SAGARPA, 2004, cited by Rodríguez *et al.*, 2006).

The current situation of rural communities is framed within the process of globalization, which impacts directly on both the production and consumption of small-scale producers who are engaged in subsistence milpa. The producers in this research work in the primary sector cultivate traditional milpas for self-consumption and show certain features of poverty. In both municipalities, 44.6% of the population aged 15 and over are illiterate (INEGI, 2010). The CONEVAL (2010) notes that poverty has increased in Mexico in recent years (from 44% in 2008 to 46% in 2010) and in the state of Oaxaca poverty increased primarily in rural communities.

With the PESA programme, milpa producers in rural communities, in the interest of obtaining better income and living standards, used crop management strategies for the greenhouse production of tomato, a system which makes excessive use of nutrients, chemicals (for pest and disease control), water, and an intense human management of the tomato plant. The participation in farm field schools of small-scale farmers who produce rain-fed corn with traditional methods, and who incorporated greenhouse tomato production, serves them to increase their learning ability. The field school takes place in the plots of the producers themselves, in which they learn and experiment with technology; the producer practices what he learns, asks questions and clarifies his doubts. Experiences are shared between technicians and producers or between producers.

últimos años se ha incrementado la pobreza (de 44% en 2008 a 46% en 2010) y en el estado de Oaxaca la pobreza se incrementó, principalmente en las comunidades rurales.

Con el programa PESA, los productores de milpa de las comunidades rurales, por el interés de obtener ingresos y mejores niveles de vida, utilizaron estrategias en el manejo del cultivo de jitomate en invernadero, sistema en el que se hace uso excesivo de nutrientes, químicos (para el control de plagas y enfermedades), agua e intenso manejo humano de la planta de jitomate. Los productores en pequeña escala que producen maíz de temporal con métodos tradicionales, y que incorporan la producción jitomate en invernadero, con su participación en las escuelas de campo incrementan su capacidad de aprendizaje. La escuela de campo se desarrolla en la parcela de los propios productores, en el cual, se aprende y se experimenta con la tecnología, el productor práctica lo aprendido, pregunta y aclara las dudas. Se exponen experiencias vividas entre técnicos y productores o entre los productores.

Se asume como hipótesis que el método de las escuelas de campo favorece para que los productores en pequeña escala adopten más de 50% de las tecnológicas en la producción de esta hortaliza de jitomate, que les permita incrementar la rentabilidad del cultivo.

El objetivo de la investigación fue determinar el nivel de adopción de innovación tecnológica y la rentabilidad en el cultivo jitomate en invernadero en pequeños productores de comunidades rurales de Santo Domingo Teojomulco y San Jacinto Tlacotepec.

Métodos y técnicas de investigación

La selección de los productores se hizo de manera dirigida. La población objeto del presente estudio son productores-promotores rurales de dos municipios del distrito de Sola de Vega en el Estado de Oaxaca: Santo Domingo Teojomulco y San Jacinto Tlacotepec (Figura 1). Participaron 32 unidades familiares que cultivan milpa y realizan otras actividades de traspatio, estas trabajaron 18 invernaderos de producción de jitomate. La encuesta por muestreo fue la técnica para obtener datos de los productores.

El método para obtener los grados de innovación tecnológica se realizó a través de dos fases: en la primera se elaboró la base de datos de 71 recomendaciones con 7 códigos, los cuales

We assume the hypothesis that farm field schools favors that small-scale producers adopt over 50% of the technology for producing tomato, enabling them to increase the profitability of their crops.

The objective of this research was to determine the level of adoption of technological innovation, as well as the profitability for small-scale producers of growing greenhouse tomatoes in small rural communities in Santo Domingo Teojomulco and San Jacinto Tlacotepec.

Research techniques and methods

The selection of producers was done in a directed manner. The objective population of this study were rural producers-promoters of two municipalities of the Sola de Vega district in the State of Oaxaca: Santo Domingo Teojomulco and San Jacinto Tlacotepec (Figure 1). 32 milpa-growing family units were involved who also carry out other backyard activities; they worked 18 tomato-producing greenhouses. A sample survey was the technique used for obtaining data from producers.

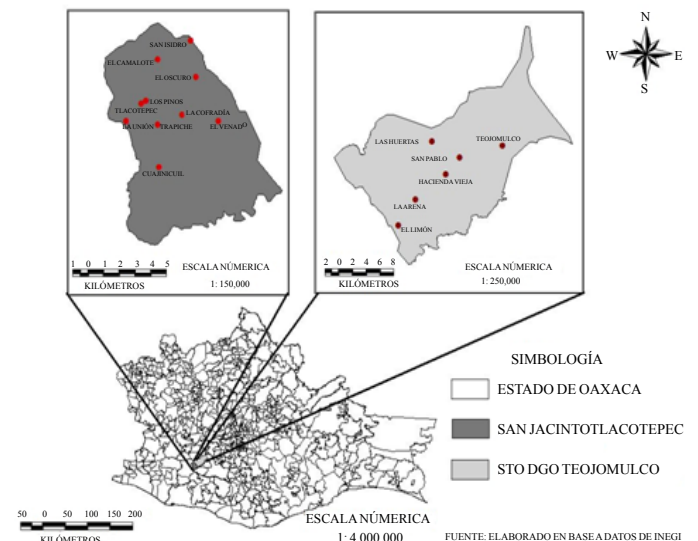


Figura 1. Localización de Santo Domingo Teojomulco y San Jacinto Tlacotepec en el estado de Oaxaca.
Figure 1. Location of Santo Domingo Teojomulco and San Jacinto Tlacotepec in the state of Oaxaca.

The method for determining the degree of technological innovation had two phases: in the first a database of 71 recommendations with 7 codes was developed, which were recoded until only two were left: 0 = did not use, 1=

se recodificaron quedando dos: 0= no utilizó, 1= utilizó; en la segunda fase se realizó la reducción de datos con el tratamiento del análisis factorial, se evaluaron las 71 recomendaciones con el coeficiente Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) (coeficiente de consistencia interna) y la prueba de esfericidad de Bartlett (SPSS, 1999). En general se obtuvieron 12 variables latentes -las variables latentes o variables subyacentes o factores obtenidos a través del análisis factorial, explican la configuración de las correlaciones dentro de un conjunto de variables observadas (Manual de SPSS, 1999)- con sus respectivos índices, los cuales se estratificaron a través del método de estratificación de Dalenius-Hoges (Dalenius 1957, citado por Parada *et al.*, 2004). La productividad se evaluó a través del análisis de costos, se obtuvo el beneficio-coste, valores mayores de la unidad miden mayores ganancias y valores menores de la unidad serán pérdidas que el productor obtiene al invertir en el sistema. Los investigadores(as) del INIFAP, realizaron 10 sesiones, cinco en cada escuela- invernadero.

Resultados

Adopción de innovación tecnológica después del proceso de las escuelas de campo

Durante el proceso de las escuelas de campo, se observó lo siguiente: 4 ó 5 productores que habían terminado el ciclo productivo de jitomate, iniciaron con recomendación de desinfección de invernaderos, posteriormente fueron incorporando otras tecnologías que se iban practicando en la escuela - invernadero. En la Figura 2, se ilustran las categorías y las recomendaciones de los componentes tecnológicos que adoptaron los productores, se observa que las recomendaciones de innovaciones tecnológicas fueron adoptadas por los productores en un rango de 44% a 90%.

Las escuelas de campo propiciaron una mayor apropiación de conocimientos y fortalecimiento la tecnología conocida por los productores. Se divulgaron 12 categorías y sus recomendaciones necesarias para producir jitomate en invernadero, es decir los productores conocieron y practicaron más componentes tecnológicos en las escuelas de campo.

Las recomendaciones tecnológicas sobre el manejo de nutrientes, enfermedades y plagas son prioritarios, en estas categorías, las recomendaciones fueron poco adoptadas, principalmente por que los productores no recuerdan nombre de los productos y el cálculo de la dosis que deben utilizar.

used; in the second phase the data was reduced by factor analysis treatment, 71 recommendations were evaluated with the Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) coefficient (internal consistency coefficient) and the Bartlett's test of sphericity (SPSS, 1999).

In general 12 latent variables were obtained -latent variables or underlying variables or factors obtained through factor analysis, explain the pattern of correlations within a set of observed variables (SPSS Manual, 1999) - with their respective indices, which were stratified by the stratification method of Dalenius-Hoges (Dalenius 1957, cited by Parry *et al.*, 2004). Productivity was assessed through cost analysis; the cost-benefit ratio was obtained, in which values higher than the unit indicate higher profits and lower values of the unit indicate losses that the producer incurs by investing in the system. INIFAP researchers conducted 10 sessions, five in each greenhouse-school.

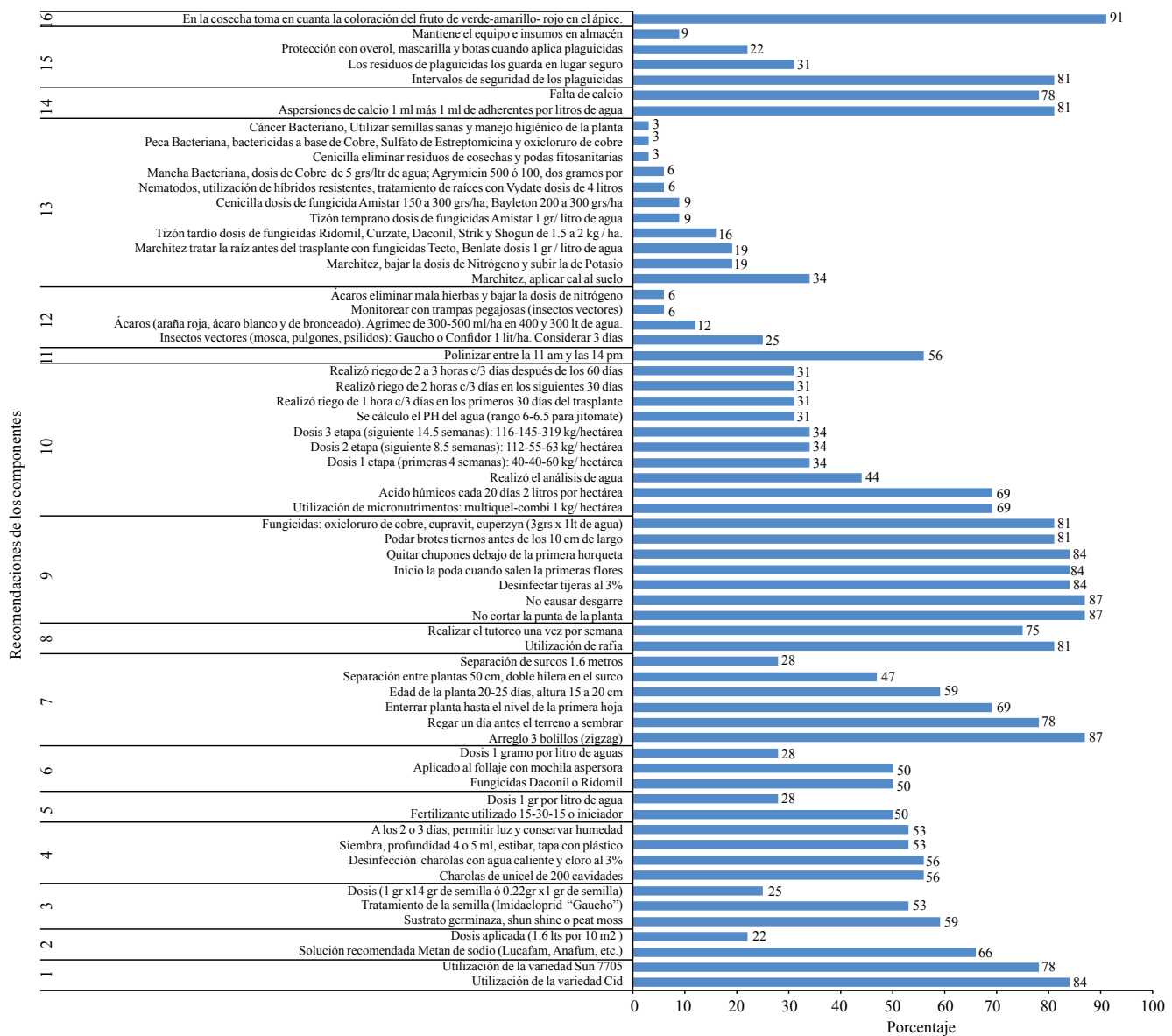
Results

Technology adoption the field schools process

During the field school process, the following was observed: 4 or 5 producers who had completed the production cycle of tomato followed a recommendation of disinfecting the greenhouses; subsequently, they began incorporating other technologies practiced at the greenhouse-school. Figure 2 illustrates the categories and recommendations of the technological components adopted by producers; it is observed that the recommended technological innovations were adopted by producers in a range of 44% to 90%.

Field schools led to greater knowledge appropriation and a strengthening of the technology known by the producers. 12 technological categories were divulged, together with the recommendations for greenhouse tomato production, i.e., the producers got to know and practice more technological components in field schools.

Technological recommendations for the management of nutrients, pests and diseases are a priority in these categories; the recommendations were not adopted by many, mainly because the producers do not remember the name of the products and the calculation of the dose to be used.



Fuente: elaboración propia con datos de campo. Categorías: 1= variedad; 2= desinfección del suelo; 3= producción de plántulas; 4= desinfección y siembra en charolas; 5= riegos en las charolas; 6= prevención de enfermedades en la charola; 7= trasplante; 8= tutoreo; 9= poda; 10= monitoreo nutricional (plan); 11= polinización; 12= control de plagas; 13= enfermedades; 14= pudrición apical; 15= seguridad; 16= cosecha.

Figura 2. Adopción de recomendaciones de los componentes tecnológicos ambos municipios.
Figure 2. Adoption of recommended technology components in both municipalities

En general, el proceso enseñanza - aprendizaje también se fortaleció con la comunicación e intervención de técnicos, otros productores y familiares participantes que están aplicando la tecnología (principio de las escuelas de campo).

In general, the teaching-learning process was also strengthened with the communication and involvement of technicians, other producers and relatives who were applying the technology (field school principle).

Índice de adopción de innovación tecnológica (InAI).

Technology adoption index (TAI).

El índice de adopción de innovación tecnológica es un factor que dinamiza la economía de los productores. Es un medio para lograr eficiencia productivas; sin embargo, el

The technology adoption index is a factor that boosts the economy of producers. It is a means to achieve productive efficiency; however, actually applying the technology

implemento de la tecnología depende de las condiciones psicosociales y económicas de los productores, razón por la cual, muchos productores que se encuestaron en la línea base y fueron invitados a participar en las escuelas de campo, no asistieron.

En la tesis de investigación se evaluó el índice de adopción de innovación de tecnología en 12 categorías o variables latentes: variedad, desinfección del suelo, producción de plántulas, desinfección y siembra en charolas, riegos en las charolas, prevención de enfermedades en la charola, trasplante, tutorio, poda, monitoreo nutricional, polinización, control de plagas, enfermedades, pudrición apical, seguridad, cosecha. Para esto se seleccionaron productores que se les aplicó la encuesta de la línea base y que participaron en las escuelas de campo.

En la Figura 3, se aprecia que los productores seleccionados incrementaron en promedio de 18% a 71% el índice de adopción de innovación tecnológica. Inclusive se identifican productores que iniciaron en la producción de jitomate y que aplicaron en más de 50% los conocimientos tecnológicos (ER17, ER19, ER, 66, ER25, ER03 y ER06).

Se concluye que los productores participantes en las escuelas de campo cuadruplicaron el nivel de conocimientos sobre la tecnología de producción de jitomate en invernadero.

Productividad en el cultivo de jitomate

Los productores trabajaron una superficie de 13 060 m² de invernadero. El rendimiento de jitomate para los 18 invernaderos de los productores participante fue en promedio de 12 kilogramos por metro cuadrado (Figura 4). El valor total de la producción de jitomate fue en promedio de \$ 84.00 pesos por metro cuadrado. El costo promedio de la infraestructura de un invernadero fue de \$350 000.00 pesos. El costo promedio del terreno donde se establecieron los invernaderos fue de \$83 500.00 pesos. El precio de venta de jitomate por kilogramos se ubicó entre \$7.00 y \$8.00 pesos. El 99% de la producción se destinó para las ventas y el resto se destinó para el consumo del hogar. Se utilizaron en promedio 59 jornales y 96% fue mano de obra familiar. El 54% de la inversión se realizó en agroquímicos.

En general las ganancias netas se incrementan y la relación beneficio - costo es rentable en 50% de los invernaderos (ER 34, ER35, ER55, ER56, ER57, ER101, ER102, ER94). El resto de las unidades familiares tuvieron beneficio-

depends on the psychosocial and economic conditions of farmers, which is why many producers who were surveyed at baseline and were invited to participate in field schools, did not attend.

In the research thesis the technology adoption rate was evaluated for 12 categories or latent variables: variety, soil disinfection, seedling production, disinfection and tray planting, tray irrigation, prevention of diseases in trays, transplantation, training, pruning, nutritional monitoring, pollination, pest control, diseases, apical rotting, security, harvesting. Producers that were surveyed at the baseline and that participated in field schools were chosen for this.

Figure 3 shows that the technology adoption rate of the producers chosen increased on average 18% t 71% . It was even possible to identify producers who began producing tomatoes and who applied more than 50% of the technological knowledge they received (ER17, ER19, ER 66, ER25, ER03 and Er06).

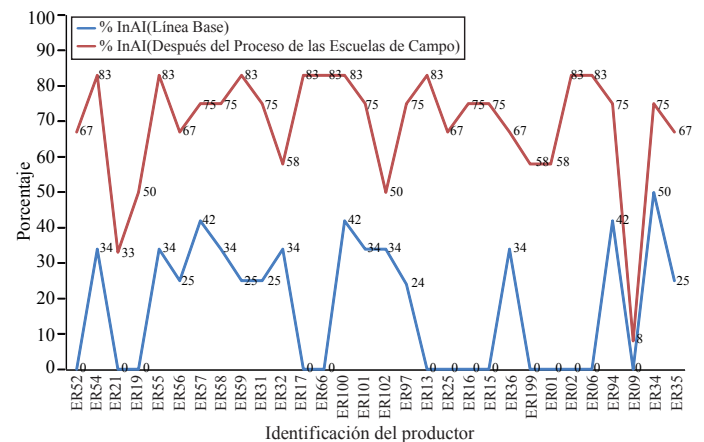


Figura 3. Índice de adopción de innovación tecnológica (InAI) en la producción de jitomate.

Figure 3. Technology adoption index (TAI) in tomato production.

It can be concluded that the producers who participated in field schools quadrupled their level of technological knowledge about greenhouse tomato production.

Productivity in the cultivation of tomato

Producers worked a greenhouse area of 13 060 m². Yields for greenhouse tomato in the 18 greenhouses of the participant producers averaged 12 kilograms per square meter (Figure 4). The total value of the production of tomatoes averaged \$84.00 pesos per square meter. The average cost of a

costo no rentable (valores entre 0.5 y 0.8). Es importante mencionar que los cálculos para obtener el ingreso neto y el beneficio-costo, se realizaron sin considerar los costos de la infraestructura, las depreciaciones y el valor de la mano de obra familiar.

Discusión

Los productores participantes adoptaron 46% de las recomendaciones tecnológicas. Se puede afirmar que a mayor índice de adopción de innovación tecnológica, se incrementa la rentabilidad de la producción de jitomate. En la adopción de innovación tecnológica influyen factores sociales y económicos ya que de 58 productores que se involucraron en la metodología de las escuelas de campo, 50% de ellos le dio seguimiento, los cuales fortalecieron su participación trabajando en grupos o entre familias.

El promedio de superficie de los invernaderos de los productores sujetos del estudio fue de 750 m² y el promedio fue 12 kilogramos por metro cuadrado. Estos datos son comparables con otros productores del medio rural del país, ya que el análisis realizado por la Consultoría GAM (2010), señala que invernaderos de superficies promedio de 1 021 m² obtienen rendimientos de 16 kilogramos por m², y en relación con el ingreso, de 18 invernaderos en estudio, 12 superaron los ingresos de los invernaderos de mayor tecnología estudiados por grupo GAM consultoría, (2010).

El rendimiento promedio de los 18 invernaderos se incrementó de 5.34 kg/m² a 12 kg/m². Los jornales disminuyeron de 91 jornales a 59 jornales. Es importante mencionar que los productores participantes en las escuelas de campo, administraron sus jornales: 59 jornales en la producción de jitomate y 37 jornales en milpa.

La prueba de especificidad de Bartlett y la medida de adecuación de la muestra (MSA) de Kaiser-Meyer-Olkin dio resultados para establecer 12 variables latentes, estas variables fueron homogéneas a las encontradas en la línea base. Nueve variables determinadas tienen en promedio un valor mínimo aceptable de KMO ≥ 0.5. La mayoría de los valores de Chi Cuadrado para todas las variables fueron significativos ($p \leq 0.05$); excepto el caso del componente polinización que se le integró la recomendaciones de plagas y donde el resultado no fue aceptable.

greenhouse infrastructure was \$350 000.00 pesos. The average cost of the land where the greenhouses were built was \$83 500.00 pesos. The selling price per kilogram of tomatoes was between \$7.00 and \$8.00 pesos. 99% of the production was destined for sale, and the rest went to home consumption. 59 laborers were employed on average, 96% of which was family labor. 54% of the investment was used to buy agrochemicals.

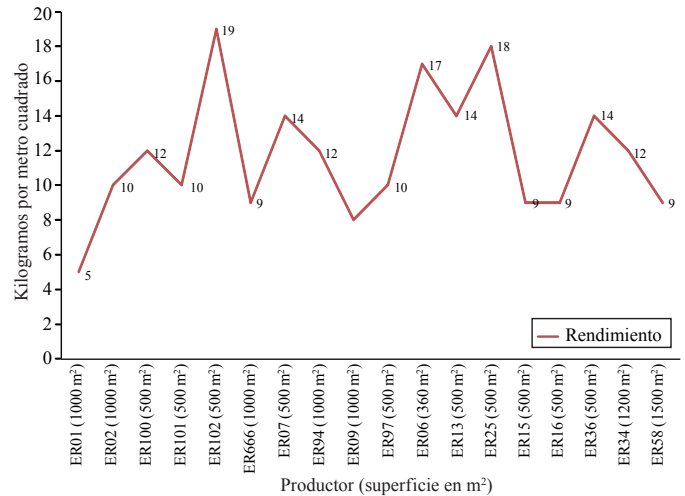


Figura 4. Rendimiento de la producción de jitomate en invernadero (kg m²).

Figure 4. Production yield of greenhouse tomatoes (kg m²).

In general, net earnings and the benefit-cost ratio increased - the cost was affordable in 50% of the greenhouses (ER 34, ER35, ER55, ER56, ER57, ER101, ER102, ER94). The remaining family units obtained unaffordable benefit-cost ratios (values between 0.5 and 0.8). It is noteworthy that the calculations for obtaining net income and benefit-cost were made without considering the infrastructure costs, depreciation and the value of family labor.

Discussion

Participant producers adopted 46% of the technological recommendations. It can be said that a higher technology adoption rate increases the profitability of tomato production. In the adoption of technological innovation, social and economic factors exert a very important influence, as of 58 producers who were involved in the field schools, 50% of them used the knowledge they received, strengthening their participation working in groups or between families.

En ambos municipios 75% de los productores se dedican al sector primario y 13% al sector secundario (comercio), por lo tanto, los productores rurales que cultivan jitomate en invernadero obtienen ingresos que antes no tenían. Estos ingresos mantienen la continuidad de la producción de jitomate en invernadero para la venta y consumo familiar. De la producción de jitomate en invernadero los productores destinan 122 gramos/persona/día, de 100 gramos/persona/día que establece la FAO.

Los productores además de producir jitomate en invernadero cultivan la milpa de donde obtienen el maíz que abastece el consumo familiar (destinan 577 gramos/persona/día de 500 gramos/persona/día que establece la FAO). Además el maíz es suficiente para el consumo de los animales de traspatio. En el caso de la producción de frijol que también es un producto de primera necesidad no es suficiente, los productores destinaron 65 gramos/persona/día, de 100 gramos/persona/día que establece la FAO. En menores cantidades producen café, chile y calabaza.

Más de 80% de los productores manejaron productos fitosanitarios para el control de maíz y de jitomate.

Conclusiones

El porcentaje de explicación de la varianza de los componentes para cada una de las 12 variables latentes establecidas osciló entre 50% y 83%. En general el conjunto de innovaciones tecnológicas o ideas, fortalecieron e incrementaron los conocimientos de los productores, a través de la metodología de las escuelas de campo a corto plazo, sobresalieron 80% de las categorías y 46% de las recomendaciones. Los resultados muestran que el método de las escuelas de campo favoreció a la adopción de la tecnología divulgada e influyó en el incremento de la producción de jitomate. Hace falta fortalecer la tecnología en nutrición y en el uso de productos fitosanitarios para el control de plagas y enfermedades.

Los productores de pequeña escala con actividades de tipo comercial y con limitante sociales y económicas, demuestran que son capaces producir para el mercado y de generar auto-dependencia que asegure la alimentación y el manejo técnicas de diversificación productiva que impacte en el autoconsumo, mercado local y regional, con el apoyo de programas gubernamentales y la participación de instituciones de investigación. Como se observa en los

The average surface of the studied producer's greenhouses was 750 m² and the average was 12 kilograms per square meter. These data are comparable with other rural producers in the country, as the analysis made by GAM Consulting (2010, points out that greenhouses with an average surface of 1021 m² averaged yields of 16 kg per m², and regarding income, of 18 greenhouses under study, 12 exceeded the income of high-tech greenhouses studied by the GAM Consulting Group (2010).

The average yield of the 18 greenhouses increased from 5.34 to 6.59 kg per m². Wages decreased from 91 to 59. It is worth noting that the producers participating in field schools managed their own wages: 59 wages in the production of tomatoes and 37 wages in corn.

The Bartlett specificity test and the measure of sample adequacy (MSA) of Kaiser-Meyer-Olkin provided results for determining 12 latent variables; these variables were homogeneous to those found in the baseline. Nine specific variables have on average a minimum acceptable KMO value= 0.5. Most Chi square values for all variables were significant ($p= 0.05$), except for pollination component, to which pest recommendations were integrated and whose result was not acceptable.

In both municipalities, 75% of producers were engaged in the primary sector and 13% in the secondary sector (trade); therefore, rural producers who grew tomatoes in greenhouses had a new source of income.

The income supports the continued production of tomatoes in greenhouses for sale and consumption. Of the greenhouse tomato production, producers consume 122 grams/person/day, compared to 100 g/person/day established by the FAO.

Besides producing greenhouse tomatoes, farmers cultivate a cornfield from where they get the corn that supplies household consumption (577 grams/person/day compared to 500 g/person/day established by the FAO). Furthermore, they have enough corn to feed their backyard animals. In contrast, bean production, which is also a staple, is not enough, as producers consume only 65 g/person/day, compared to 100 g/person/day established by the FAO. Farmers produce also smaller amounts of coffee, pepper and squash.

More than 80% of the producers handled phytosanitary products for pest control in corn and tomatoes.

resultados, las personas del medio rural están interesadas no sólo en el cultivo de auto consumo, sino en conocimientos de tecnologías que propicien el acceso a los mercados para vender algo y que les permita tener ingresos necesarios. La dinámica es mantener la vida de los integrantes de la familia y el control de otros productos comerciales, aunado al aprovechamiento del turismo, atracciones naturales, folklor y otros proyectos productivos rentables, son nuevas ideas que apoyarían el desarrollo rural y el bienestar.

Literatura citada

- Aranda, G. H.; De La Fuente, M. M. L. y Becerra, R. M. N. 2010. Propuesta metodológica para evaluar la gestión de la innovación tecnológica (GIT). En pequeñas y medianas empresas (PYMES). Revista Mexicana de Agronegocios. XIV(26):226-238. Sociedad Mexicana de Administración Agropecuaria A. C. Universidad Autónoma de la Laguna: UAAAN.
- Bautista, M. E. 2009. El maíz en Oaxaca. La cosecha de contradicciones. URL: http://www.pa.gob.mx/publica/rev_11/Ma%C3%ADz.pdf.
- Barkin, D. y King, T. 1970. Desarrollo económico regional. Enfoque por cuencas hidrológicas de México. Siglo XXI. Editores, S. A. México. 267 p.
- Belik, W. 2004. Política de seguridad alimentaria y nutrición en América latina. Editorial Hucitec. FAO-FOSEPAL. San Paulo. Brasil. 367 p.
- Chayanov, V. A. 1974. La organización de la unidad económica campesina. Edición Nueva Visión SAIC. Buenos Aires. 342 p.
- Comisión Económica para América Latina (CEPAL). 2002. Globalización y desarrollo. Secretaria Ejecutiva. Brasil. Revista CEPAL. 15-27 p.
- Comisión de agricultura. 1996. Coloquio: el desarrollo rural de México en el siglo XXI, Memoria. Comisión de agricultura. LVILegislatura. Cámara de Diputados. México, D. F. 563 p.
- Grupo GAM consultores. 2009. Identificación y sistematización de modelos productivos para la generación de empleos e ingresos en regiones de alta y muy alta marginalidad. URL: <http://www.grupogam.com.mx>.
- Consejo Nacional de Evaluación (CONEVAL). 2010. Indicadores, índice y grado de rezago social, estimaciones del CONEVAL con base en el II Censo de Población y Vivienda 2010.

Conclusions

The explanation percentage of the variance of the components for each of the 12 established latent variables ranged between 50% and 83%. In general, the set of technological innovations or ideas divulged among the farmers through the field schools strengthened and increased the knowledge of the farmers in the short term; 80% of the categories and 46% of the recommendations stood out for the use farmers made of them. The results show that the field schools favored the adoption of the divulged technology and had an influence on the increase in tomato production. Nutrition technology and the use of phytosanitary products for controlling pests and diseases must be strengthened.

Small-scale producers with commercial activities and social and economic constraints show that they are capable to produce for the market and be self-reliant, ensuring food production and handling diversification techniques that impact self-consumption and the local and regional markets with the support of government programs and the participation of research institutions. As is shown by the results, rural inhabitants are interested not only in cultivation for self-consumption, but also in learning to use technologies that promote their access to markets as sellers, allowing them to have new sources of income.

End of the English version



- Habit, M. A. 1982. Manual sobre transferencia de tecnología en base a la metodología de aprender -haciendo. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Oficina Regional para América Latina. Programa Regional de Producción de Alimentos Básicos. Roma. 153 p.
- Herrera, T. F. 2009. Apuntes sobre las instituciones y los programas de desarrollo rural en México. Del Estado Benefactor al Estado Neoliberal. Estudios Sociales. XVII(33):8-39. Universidad de Sonora. México. estudiosociales@cascabel.ciad.mx. URL: <http://www.redalyc.org>. ISSN (Versión impresa): 0188-4557.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 2006. FAO en México. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Representación de PESA en México. México. 49 p.

- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). Censo Agropecuario Nacional 1980-2009. Producción estatal de maíz, frijol, café, jitomate y otros. URL: <http://www.siap.gob.mx/index.php>
- Alcaldía Mayor de Bogotá. D. C. (1983-2004). La estratificación de Bogotá y estudios relacionados. Departamento de Planeación Distrital. Colombia. 144 p.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). Censo General de Población y Vivienda 2010. México. URL: <http://www.inegi.gob.mx>.
- Margulis, M. 1979. Contradicciones en la estructura agraria y transferencia de valor. El Colegio de México. Centro de Estudios Económicos y Demográficos. México. 137 p.
- Miller, J. E. 1975. Desarrollo Integral del Medio Rural. FCE (Ed.). Primera Edición. México. 160 p.
- Marx, C. 1982. El capital. Crítica de la economía política. Decimoséptima reimpresión. FCE (Ed.). México, D. F. 769 p.
- Nilo T. J. y Theotonio Dos S. 1998. Los años de formación. En publicación: Los retos de la Globalización. Ensayo en homenaje a Theotonio Dos Santos. TOMO II. UNESCO - Caracas. Unidad Regional de Ciencias Sociales Humanas para América Latina y el Caribe: julio 1998. [Citado: 21/9/2010]. URL: <http://168.96.200.17/ar/libros/unesco/nilo.rtf>.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE). 1997. Examen de las políticas agrícolas en México. Políticas nacionales y comercio agrícola. Paris, Francia. 233 p.
- Rodríguez, H. R.; Bustamante, O. J.; de D. Bravo, M. E.; Jiménez, V. J. L. y López, L. P. 2006. Evaluación de la rentabilidad de la producción de jitomate en condiciones de bioespacio en Oaxaca. Publicación especial Núm. 2. Centro de Investigaciones Regional Pacífico Sur. Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca. INIFAP. Oaxaca, México. 84 p.
- Sandoval, V. M. 2008. Cultivo de jitomate en invernadero en México, con énfasis en nutrición. *In*: Bautista, M. N.; Chavarín, P. C. y Valenzuela, E. F. Jitomate. Tecnología para su producción en invernadero. Colegios de Postgraduados. Montecillo, Estado de México. 213 p.
- Shumpeter, J. A. 1978. Teoría del desenvolvimiento económico. Fondo de Cultura Económica. México.
- SPSS Inc. 1999. SPSS Base 10.0. Manual de usuario. SPSS Inc. Republica de Irlanda. 561 p.
- Wellhausen, E. J. 1951. Razas de maíz en México; origen, características y distribución. Secretaría de Agricultura y Ganadería. Folleto técnico Núm. 5. México. 237 p.
- Wolf, E. R. 1980. Pueblos y cultura de Mesoamérica. Editorial Era. México. 250 p.