



**PREMIO
INNOVAGRO 2014**
El fruto del ingenio



COLEGIO DE POSTGRADUADOS™

INNOVACIÓN TECNOLÓGICA

**Producción de manzana de calidad para mesa:
oportunidad para salir de la pobreza para miles
de familias campesinas del centro de México.**



CATEGORÍA DE PARTICIPACIÓN: INNOVACIÓN TECNOLÓGICA

Producción de manzana de calidad para mesa: oportunidad para salir de la pobreza para miles de familias campesinas del centro de México.

PROYECTO: MODERNIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE MANZANA EN JOSÉ MARÍA MORELOS, TLACHICHUCA, PUEBLA.

El presente es un proyecto conjunto entre la Sociedad Cooperativa Manzanas y Frutales JOSMAM, de la comunidad de José María Morelos, Tlachichuca, Puebla, México y el Colegio de Postgraduados Campus Puebla, y ha contado con el financiamiento de la Fundación Produce Puebla, de la Secretaría de Desarrollo Rural, Sustentabilidad y Ordenamiento Territorial (SDRSOT) del estado de Puebla, de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) y aportaciones de los productores participantes.

I. INFORMACIÓN GENERAL DE LA INSTITUCIÓN:

Nombre: Colegio de Postgraduados Campus Puebla

País: México

Tipo de organización: Institución de Educación, Investigación y Capacitación en Ciencias Agrícolas.

Número de miembros de la institución: 68 Profesores Investigadores

II. PERSONA FÍSICA RESPONSABLE DE LA PARTICIPACIÓN Y SUS DATOS DE CONTACTO:

Dr. Sergio López Cuevas

Colegio de Postgraduados Campus Puebla

Carretera Federal México-Puebla km 125.5, Santiago Momoxpan, Municipio de San Pedro Cholula, Puebla. C. P. 72760. México.

Teléfonos: (52) (222) 285 07 38, 285 14 42, 285 14 43, 285 14 45, 285 14 47

Email: lopezs@colpos.mx

III. RESUMEN EJECUTIVO DEL PROYECTO

El presente proyecto consiste en un plan de acción que aprovecha la información científica generada en relación al cultivo del manzano, tanto en diversas partes del mundo como en el estado de Puebla, que se aplica o adapta bajo las condiciones productivas del mismo estado. De esta manera, el manzano surge hoy como una posibilidad para que los productores de subsistencia y bajos ingresos mejoren notablemente sus ingresos y por lo tanto, también su calidad de vida. El proyecto se compone de dos fases: la primera es la construcción participativa de innovaciones tecnológicas (construcción de conocimiento basado en la solución de problemas) y la segunda es la formación de capital social (construcción de conocimiento basado en proyectos). Las innovaciones tecnológicas que se han ido construyendo e incorporando para las condiciones particulares de la región donde se desarrolla el proyecto, son: empleo de porta injertos de reducido vigor y de variedades para mesa; mayor densidad de población; técnicas para aprovechar de mejor manera la radiación solar; establecimiento de mallas antigranizo; captación de agua de lluvia para aplicar riego complementario en floración; uso de estimulantes de la brotación; uso de promotores de ramificación lateral y manejo de la carga de frutos. La capacitación o educación de los productores se ha enfocado desde una perspectiva constructivista. Los métodos tradicionales se basan en técnicas expositivas, donde el capacitador imparte un curso o tema y los productores son pasivos ante esa exposición. En este proyecto se aplica por primera vez el modelo de desarrollo agrícola que hemos llamado interactivo. El modelo interactivo considera que los campesinos deben ser los principales

protagonistas de su propio desarrollo y por lo tanto ellos son corresponsables de la generación, validación y evaluación del conocimiento asociado a las innovaciones tecnológicas incorporadas. Este modelo ha permitido, en los huertos más adelantados, multiplicar por diez el valor de la producción de manzana por hectárea en relación a las plantaciones tradicionales, al pasar de los 4,500 a más de 50 mil pesos; sin embargo se espera que el valor de la producción siga aumentando y se estabilice en aproximadamente 160,000 pesos/ha en promedio. Cabe hacer mención que no todos los huertos han llegado a la etapa productiva, la mayoría de los huertos son nuevos y su plantación ha sido motivada por los resultados obtenidos en los primeros huertos. El proyecto empezó en septiembre del 2009 con 18 productores y tres hectáreas, y actualmente involucra 25 productores y casi 50 hectáreas.

IV. ANTECEDENTES DEL PROYECTO

El manzano (*Malus domestica*) es un árbol frutal pomáceo, que se cultiva ampliamente en el mundo y en México. Este frutal es originario de Asia Occidental y se ha cultivado desde hace miles de años en Asia y Europa y fue introducido a América por los colonizadores europeos. Desde hace años este frutal ha sido ampliamente estudiado, hay un gran número de variedades, y difícilmente existe un conocimiento total de las mismas; sin embargo se calcula que existen más de 7,500 variedades comerciales actualmente. Entre estas variedades, existen diferentes usos especializados, que van desde las variedades específicas para elaborar cidras, dulces, para consumo en mesa, para jugo, etc. Empero, la gran oportunidad de usar al manzano como un potente instrumento de desarrollo de los campesinos de bajos ingresos y subsistencia de la región Oriente del estado de Puebla y de gran parte de los Valles Altos del Centro de México, surge de la producción y comercialización de la manzana para mesa, pues actualmente la industria paga precios notoriamente bajos.

En el año 2005, se calcula que se produjeron en el mundo 55 millones de toneladas de manzanas. En los últimos años, ha habido un gran impulso a la producción de manzana en China, país que ahora es su principal productor, con el 35% del total de la producción mundial. El segundo productor mundial son los Estados Unidos, con un poco más del 7.5%. En el 2010, la FAO informa que México produjo 584,655t de manzana. Sin embargo, México ocupó en el 2009 el séptimo lugar en el mundo por el valor de sus importaciones de manzana; ese mismo año, importó 238,712t, con un valor de 201'299,000.00 dólares, a un precio

promedio por tonelada de 843 dólares, lo que indica que existe una gran oportunidad para los productores de este frutal en el mercado nacional.

La producción de manzana en el estado de Puebla se remonta a los primeros años posteriores a la Conquista Española. Este cultivo tuvo su primer impulso en la sierra norte del estado, que se vio favorecido por la prohibición del cultivo de uva en la Nueva España, situación que permitió el desarrollo de industrias vinícolas basadas en la manzana. Si bien es cierto que en un principio este cultivo era desconocido para los mexicanos originales, y que además su producción estaba prohibida para ellos, poco a poco fue ganando la confianza de estos mexicanos nativos. En las primeras referencias que existen sobre la producción de manzana en Puebla, ya se menciona la variedad rayada, que probablemente sea la misma que actualmente recibe el mismo nombre y que es la que ocupa la mayor superficie bajo producción en nuestros días. Las variedades y porta injertos tradicionales que se cultivan en Puebla no representan ingresos significativamente elevados ni son instrumentos efectivos para superar la pobreza; sin embargo comparten una serie de características que las hacen deseables para los agricultores de subsistencia, que son la mayoría en el estado. Entre estas características, están:

- 1) **Floración irregular.** Esta característica permite que ante la presencia de siniestros climatológicos que dañan la floración, principalmente heladas tardías, el árbol tenga la capacidad de recuperar la floración, lo que difícilmente deriva en nula producción. En contraste, este comportamiento

irregular de la floración produce frutos muy heterogéneos, sobre todo en tamaño y coloración, lo que afecta su precio promedio.

- 2) **Elevada carga de fruta.** La misma capacidad de floración irregular, combinado con la falta de raleo de frutos, hace que los árboles criollos tengan una gran carga de frutos, característica que es muy apreciada por los productores tradicionales, ya que su mercado es la industria, que paga por kilo sin importar la calidad. Esta característica también es favorecida por la rusticidad de los patrones criollos, que si bien no presentan resistencia para pulgones, ni pudriciones de la raíz, pero que se comportan muy bien ante las condiciones de sequía, que es imperante en casi todas las zonas manzaneras en el estado.
- 3) **Tamaño de fruto aceptable.** El caso de la variedad Rayada es notable en este sentido, pues in ningún tipo de manejo, los frutos llegan a alcanzar tamaños de 189-190 gramos. Sin embargo, su mala apariencia en sanidad y color propio de la variedad, hace que no sea aceptada para consumo en mesa. La otra variedad tradicional de gran difusión en el estado de Puebla, es la Winter Banana, también conocida como payaso, Chapeada, o California. Esta es una variedad americana del siglo XIX, que por su gran capacidad de floración, actualmente sólo es usada como polinizador en los huertos modernos. Sin embargo, en el estado de Puebla, esta variedad sigue siendo cultivada debido, además de su floración irregular, por su resistencia a condiciones de sequía, aunque su fruto, tanto por su apariencia como por su bajo contenido de azúcares, se destine principalmente a la industria juguera.

4) **Resistencia a sequía.** Los patrones tradicionales son plantas clonales que provienen originalmente de plantas obtenidas de semilla, y al ser de vigor completo, su sistema radicular tiene una gran capacidad de exploración del suelo, lo que ante las condiciones de sequía que proliferan en Puebla, es una característica altamente deseable. Sin embargo, su gran vigor no permite que este patrón sirva para establecer huertas de altas o medianas densidades, además que no presentan resistencia a plagas ni enfermedades, con la desventaja adicional de que entran en producción hasta los seis, siete u ocho años después de la plantación. En la Figura 1 podemos observar un huerto tradicional.



Figura 1. Huerta tradicional de manzano en la comunidad de José María Morelos, municipio de Tlachichuca, Pue. Note la falta de manejo de los árboles, de manejo apropiado del suelo y de sistemas de captación y aprovechamiento de agua de lluvia.

Las huertas tradicionales, generan rendimientos de 4.5 a 5t en promedio, pero pueden elevarse hasta las 9. El valor de esta producción se eleva cuando los productores seleccionan las mejores manzanas, las limpian y las llevan a

mercados regionales a vender por kilo. La mayor proporción de fruta que los productores pueden vender de esta manera es aproximadamente del 25% del total de la producción, que es cuando los huertos no han sufrido mucho daño por granizo ni por roña (*Venturia inequalis*) y ha habido buenas precipitaciones. Cuando se tienen estas condiciones y los productores seleccionan las mejores manzanas y las venden aparte, se llega a tener un ingreso cercano a los 10,000 pesos/ha. Esta relación de valor de la producción de manzana de variedades tradicionales en el estado de Puebla se observa en la Figura 2.

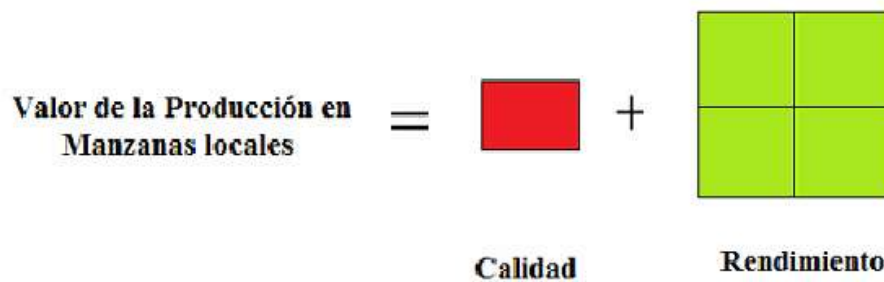


Figura 2. Componentes del máximo valor de la producción de la manzana en huertos tradicionales en el estado de Puebla.

En la región de José María Morelos, municipio de Tlachichuca, Puebla, la producción de manzana responde a las características de la producción tradicional descrita anteriormente; sin embargo, desde el 2007 y algunas veces desde antes, sus productores empezaron a introducir patrones y variedades con miras a modernizar la producción de manzana en su región. Para lograr su propósito, los productores se organizaron en la Sociedad Cooperativa de R.L. de C.V. JOSMAM. No obstante, esto no sucedió. La deficiencia clave para que eso no pasara de manera eficiente fue la inadecuada asesoría técnica que recibieron. A finales de

2009, el Colegio de Postgraduados Campus Puebla empezó a trabajar con los productores de la JOSMAM aplicando el modelo interactivo, que implica tres componentes principales: capacitación, modernización de huertos e investigación. Estos elementos están agrupados en dos fases: la de construcción participativa de innovaciones tecnológicas (construcción de conocimiento basado en la solución de problemas) y la de formación de capital social (construcción de conocimiento basado en proyectos).

V. OBJETIVO

Construir, participativamente, innovaciones tecnológicas que incrementen la rentabilidad de los huertos de manzano en José María Morelos, municipio de Tlachichuca, Pue.

VI. DESARROLLO DEL PROYECTO

El eje principal que impulsa los cambios tecnológicos en la producción de manzano en José María Morelos, municipio de Tlachichuca, Pue., ha sido la identificación participativa y colectiva de objetivos y las limitantes para alcanzarlos por parte de los productores de la JOSMAM (Figura 3).



Figura 3. Integrantes y capacitador de la Cooperativa Manzanas y Frutales JOSMAM, después de un taller participativo en la comunidad de José María Morelos, municipio de Tlachichuca, Pue.

En un primer ejercicio, se identificó como principal objetivo a alcanzar el incremento del valor de la producción por hectárea. En los huertos modernos, los componentes del valor de la producción se encuentran en una correcta combinación de calidad de la fruta y rendimiento, pues la mayor calidad se consigue disminuyendo el rendimiento y un mayor rendimiento reduce la calidad. Este balance varía de acuerdo a las condiciones de cada región, de la variedad y el comportamiento del mercado (Figura 4).

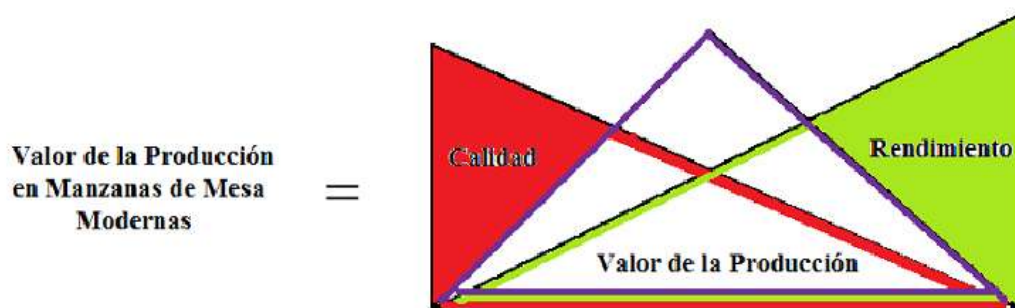


Figura 4. Componentes del valor de la producción de la manzana en un huerto moderno.

1) Factores Relacionados a la Calidad del Fruto

Por lo tanto, había que trabajar en esos dos componentes principales, la calidad y el rendimiento. Los factores relacionados a la calidad incorporados son: variedad, manejo de la carga de frutos, sanidad y granizo.

- a) **Variedad**. Se han estado introduciendo variedades para mesa. Anteriormente ya se habían tenido experiencias en la región con un segregante de las golden, llamado Agua Nueva II, y las primeras plantaciones fueron con esta variedad. Sin embargo, con los cambios climáticos que están ocurriendo, esta variedad, ha estado cada vez más expuesta a las heladas tardías. Debido a esto, actualmente se están recomendando las variedades Gala, preferentemente la Brookfield Gala y Royal Gala, y como segunda opción, la Top Red. Ya se tiene un avance de tres a más de cincuenta hectáreas con estas variedades de mayor calidad.
- b) **Carga de los frutos**. La carga de frutos es el principal factor que afecta la calidad, principalmente el tamaño y la resistencia a enfermedades en postcosecha. Por la incidencia de heladas tardías tenemos una gran pérdida de flores, lo que disminuye la producción, pero aumenta el tamaño promedio del fruto. Debido a esta situación, aún no hemos podido construir un protocolo adecuado para controlar la carga de los frutos bajo las condiciones locales, limitándonos hasta ahora a mejorar la distribución de la

fruta dentro del árbol para reducir la competencia entre frutos, mejorando el tamaño y la coloración de los frutos.

- c) **Sanidad**. La roña (*Venturia inequalis*) es una enfermedad presente en todas las zonas productoras de manzana en el mundo y Puebla no es la excepción. Esta enfermedad daña severamente la epidermis de la fruta, quitándole su valor comercial para el consumo en fresco. Esta enfermedad se está tratando con aplicaciones periódicas de fungicidas que inician en la floración. Este control es uno de los principales factores que han aumentado el precio de venta de los frutos, pues los intermediarios incrementan el precio de compra si las manzanas están libres de daños en la epidermis.
- d) **Granizo**. La región de José María Morelos, Tlachichuca, está expuesta al granizo casi todo el año, pero particularmente en las semanas previas a la cosecha. El granizo daña la fruta, que puede llegar a perder todo su valor como fruta para consumo en fresco. Por esta razón se ha ido impulsando la colocación de mallas antigranizo en los huertos más adelantados; sin embargo, aún tenemos que gestionar esta tecnología para más huertos, pues su elevado costo ha impedido su establecimiento en todos los huertos que las necesitan (Figura 5).



Figura 5. Huerto de manzano de un miembro de la Cooperativa JOSMAM con malla antigranizo en José María Morelos, municipio de Tlachichuca, Pue. Note la formación de los árboles en Tall Spindle o Eje Alto.

- e) **Captación y aprovechamiento de agua de lluvia para riego.** En general, en el oriente del estado de Puebla se tiene una precipitación que es suficiente para obtener buenas cosechas de manzano. Sin embargo, el periodo de lluvias inicia en julio, demasiado tarde para afectar positivamente la floración, que ocurre desde enero hasta mayo. La floración es el estado más importante para el rendimiento y la calidad de la fruta, pues en este periodo ocurre la división celular que determinará el tamaño final del fruto, así como su calidad a la cosecha y en postcosecha. Hemos calculado que en la región se requieren aproximadamente 300 metros cúbicos por hectárea para satisfacer las necesidades de agua en el periodo de floración para árboles en mediana producción. Se han construido dos sistemas de captación de agua de lluvia por medio de techos, con sus respectivos sistemas de riego por goteo, y dos más que captan agua por escurrimiento, pero a estos últimos aún les faltan los sistemas de riego

(Figura 6). Se tiene además planeado captar los escurrimientos de las calles de la comunidad de José María Morelos, y aprovecharlas para el riego de los huertos.



Figura 6. Sistema de captación de agua de lluvia para regar un huerto de manzano en José María Morelos, municipio de Tlachichuca, Pue. El sistema está compuesto por el área de captación, que es el techo de la construcción, por una cisterna; una bomba para elevar el agua desde la cisterna hasta el depósito superior; de un filtro y un sistema de riego por goteo. Observe al fondo las mangueras de riego por goteo entre los árboles.

2) Factores Relacionados al Rendimiento

El valor de la producción de un huerto moderno de manzano, si bien es cierto que es producto de un balance entre calidad y rendimiento, es este último el que más lo afecta. Es decir, en términos prácticos, se obtienen los más altos valores cuando se sacrifica un poco la calidad del fruto en aras de incrementar el rendimiento. Los factores que afectan el rendimiento son la densidad de población, la fertilización, la carga de frutos y el aprovechamiento de la radiación solar. Estos

factores se han trabajado en los talleres participativos con la Cooperativa JOSMAM:

- a) **Densidad de población.** El número de árboles por hectárea es el principal factor que determina el rendimiento en un huerto de manzano. A su vez, el número de árboles por hectárea depende principalmente del tamaño de los mismos. Para reducir ese tamaño, es necesario utilizar patrones de reducido vigor. Existen patrones que lo reducen hasta un tamaño considerado enanizante, como el que proporcionan los patrones M.9, B.9 o G.30. Sin embargo, la introducción de ese tipo de patrones bajo las condiciones de José María Morelos, implica una serie de dificultades que actualmente son de difícil solución. El primer problema es su reducida capacidad para explorar el suelo en busca de humedad, pues su sistema radicular es muy pequeño. Esto requiere riego, pero los productores aún no disponen de ese recurso. El otro problema es que su reducido vigor no permite que el árbol tenga una gran producción sin que se quiebre, por lo que requiere un soporte o tutor, lo que aumenta considerablemente los costos de establecimiento, aunque este costo es recuperado con la mayor producción que implica el usar patrones enanizantes. Debido a lo anterior, se ha decidido usar patrones semi vigorosos. La primera opción fue el MM106; sin embargo éste ha presentado sensibilidad a la enfermedad conocida como fuego bacteriano (*Erwinia amylovora*) en las zonas más secas. Esto nos ha llevado a cambiar la recomendación por M.7, que presenta mejores resultados bajo las condiciones locales; sin embargo este

patrón ha presentado retrasos en la floración hasta por dos semanas comparado con el MM 106, por lo que probablemente sea descartado en el futuro. La densidad de población también depende de la forma de la copa, por ello se está recomendando una forma que permite reducir el espacio ocupado. La forma es llamada Tall Spindle, que se caracteriza por tener un eje principal, con ramas laterales que no se permiten crecer para no lleguen a ser competencia para el eje o tallo principal (Figura 7).



Figura 7. Árboles formados en Tall Spindle o Eje Alto, en un huerto de manzano de un miembro de la Cooperativa JOSMAM, en la comunidad de José María Morelos, Tlachichuca, Pue.

b) Nutrición y fertilización. Los suelos de la región contienen niveles muy bajos de materia orgánica, cercana al 3%. Debido a esto, se ha establecido la política de que cada productor tenga en su traspatio un módulo para la producción de lombricomposta. Hemos observado respuestas favorables del manzano a niveles relativamente bajos de lombricomposta, pues desde una tonelada de lombricomposta aplicada al huerto se tienen respuestas productivas. Los daños por heladas y sequías también se mitigan con la

lombricomposta y se aumenta la respuesta de los fertilizantes. La fertilización recomendada para la región de José María Morelos, incorpora los avances más recientes en investigación sobre los requerimientos nutricionales del manzano. Se ha determinado que el potasio es el principal elemento que requiere el manzano. Este elemento influye en el rendimiento y calidad del fruto, pues aumenta su tamaño y coloración roja. También reduce la incidencia de enfermedades en post cosecha. Actualmente, para el primer año estamos recomendando la fórmula 60-20-00 (N, P, K) + 9 Ca. Para el segundo año, estamos recomendando la fórmula 80-00-00, para el tercer año la fórmula 100-00-50+9 Ca, para el cuarto y subsecuentes años, estamos recomendando la fórmula 80-0-100+20 Ca

VII. RESULTADOS

Componentes del proyecto:

a) se han impartido más de 500 horas de capacitación bajo enfoques constructivistas; la mayor parte de la calidad y rendimiento de la manzana se deben al manejo adecuado de los huertos, por lo que la construcción de manejo significativo es vital para los productores (Figura 8).



Figura 8. Productores de la Cooperativa JOSMAM en un huerto que entró en producción al tercer año de plantación, suceso muy difícil bajo las condiciones de temporal y pobreza de suelos imperantes en José María Morelos, Tlachichuca, Pue. Note que los productores son de subsistencia y bajos ingresos.

b) Incorporación de innovaciones participativamente construidas al manejo de huertos, que son la expresión de que en realidad se está construyendo conocimiento socialmente útil.

c) Acompañamiento del investigador en el proceso; la construcción de conocimiento contrasta las hipótesis de los productores y las del especialista, en un plano horizontal.

Sustentabilidad: Los productores participantes en el proyecto han adquirido consciencia del valor del aprovechamiento de la luz solar mediante la apropiada formación de los árboles y orientación de los huertos, lo que ahorra fertilizantes y disminuye el continuo del incremento de la contaminación de suelos por sales (Figura 9). La necesidad de humedad en el suelo en los meses de floración, que coinciden con una etapa de fuerte sequía a principios del año, obliga a los productores a realizar prácticas de captación y almacenamiento de agua de lluvia, para usarla en esa etapa crítica. La mayor densidad de población de los huertos modernos implica también menor erosión eólica e hídrica, que es uno de los mayores problemas de sustentabilidad en la región. Como componente esencial para que la propuesta tecnológica funcione, es necesario el mejoramiento continuo de los suelos mediante la aplicación de lombricompostas que los productores mismos elaboran. Esta práctica mejora la eficiencia de los fertilizantes y disminuye su necesidad, aumenta también la capacidad de retención de agua de los suelos, lo que, además de mejorar los rendimientos, también mejora la calidad del recurso suelo.

Impacto: El empleo del enfoque constructivista en la capacitación de los productores ha proporcionado resultados extremadamente notables, los

productores han mejorado sus habilidades de definir la problemática asociada a su producción de manzana, así como de plantear y probar posibles soluciones a la misma. En el plano económico, se ha logrado aumentar el valor de la producción de 4,500 pesos/ha a más de 20 mil en el primer año de producción y 50 mil en el segundo, por lo que existen perspectivas de seguir incrementándolo (Figura 10). La superficie con huertos en proceso de modernización ha aumentado de tres a casi 50 hectáreas.



Figura 9. Productores de la Cooperativa JOSMAM asistiendo a una demostración práctica sobre el cultivo del manzano, en la comunidad de José María Morelos, municipio de Tlachichuca, Pue.



Figura 10. Huerto de manzano de un miembro de la Cooperativa JOSMAM, donde se muestra el incremento en rendimiento y calidad de fruta obtenido bajo condiciones de temporal en José María Morelos, municipio de Tlachichuca, Pue.

Posible escalamiento: Dado que la tecnología tanto la generada como la validada, es apropiada para regiones que tengan precipitaciones mayores a 500 ml, este modelo puede aplicarse en el Altiplano del país y con productores de subsistencia, siempre y que estén dispuestos a captar y utilizar el agua de lluvia y a capacitarse sobre las técnicas modernas para la producción de manzana.

LITERATURA CONSULTADA

Brookfield, S. D. 1986. *Understanding and Facilitating Adult Learning: A Comprehensive Analysis of Principles and Effective Practices*. Jossey-Bass, Inc. Publishers. San Francisco, Cal. USA. p.301.

Diaz C., H; Jiménez S, L.; Laird, R.J. y Turrent F., A. 1997. *Plan Puebla: An Agricultural Development Program for Low-Income Farmers in Mexico*. In: *Reasons for hope: instructive experiences in rural development*. Eds. A. Krishna; N. Uphoff y M. J. Esman. Kumarian Press, Inc., West Hartford, Connecticut, USA. Pp. 120-136.

FAO-SAGARPA. 2001. *Evaluación de la Alianza para el Campo 2000. Programas de Fomento Agrícolas, Fomento Ganadero, Sanidad Agropecuaria y Transferencia de Tecnología*. Informe Nacional del Programa Kilo por Kilo. FAO. México. 119 p.

Freire, P. 1997. *A la Sombra de este Árbol*. El Roure. Barcelona, España. p. 170.

Hung, W. 2009. *The 9-step problem design process for problem-based learning: Application of the 3C3R model*. *Educational Research Review* 4: 118–141.

ITESM, 2013. *El Aprendizaje Basado en Problemas como técnica didáctica*. <http://www.ub.edu/mercanti/abp.pdf>, consultado el 15 de junio de 2013.

Knowles, M. S.; Holton III, E. F.; Swanson, R. A. 2011. *The Adult Learner*. 7a ed. Elsevier, Inc. Burlington, MA, USA. p. 406.

Kolodner, J. L.; Hmelo, C. E. y Narayanan, N. H. 2013. *Problem-Based Learning Meets Case-Based Reasoning*. <http://www.cc.gatech.edu/projects/lbd/pdfs/pblcbr.pdf>, consultado el 14 de junio de 2013.

Steffen R., M.C. y M. Tarrío G. 2010. *Neoliberalismo y crisis agroalimentaria: adaptación y resistencia de los ejidatarios mexicanos*. Universidad Autónoma Chapingo. *Revista Textual. Análisis del Medio Rural Mexicano*. 56: 11-46 pp.

Volke, V. y I. Sepúlveda. 1987. *Agricultura de subsistencia y desarrollo rural*. Editorial Trillas. México. p. 159.

EVIDENCIA ADICIONAL



Productor mostrando un huerto de manzano en formación con el sistema Tall Spindle.



Huerto de manzano joven. Se muestra el sistema de riego por goteo y la densidad de plantación.



Construcción de un depósito para captación de agua de lluvia para riego en un huerto.



Productores de la Cooperativa JOSMAM asistiendo a un evento de capacitación en campo.

RESPONSABLE TÉCNICO DEL PROYECTO

Dr. Sergio López Cuevas

lopezs@colpos.mx

Profesor Investigador Asociado
Campus Puebla del Colegio de Postgraduados
Área: Desarrollo de la Fruticultura Regional

El Dr. Sergio López Cuevas ha estado trabajando por más de 25 años en la generación de recomendaciones tecnológicas y dando capacitación a productores y técnicos para el manzano en la región Oriente del estado de Puebla.

Formación académica

Ing. Agrónomo en Horticultura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Sotillo, Coahuila, Méx.1987.

Maestría en Ciencias en Fruticultura. Centro de Fruticultura del Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Edo. de México. 1995.

Doctor en Horticultura con minors en Extensión y Educación para Adultos y en Desarrollo de Agricultura Internacional, por la Universidad de Cornell, Ithaca, Nueva York, Estados Unidos. 2009.