

Estudios Sociales

Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional

Volumen 30, Número 56. Julio - Diciembre 2020
Revista Electrónica. ISSN: 2395-9169

Artículo

Modelo asociativo y de organización para transferir
la tecnología milpa intercalada en árboles frutales (MIAF)

Associative and organizational model to transfer
milpa intercalated with fruit trees technology (MIAF)

DOI: <https://dx.doi.org/10.24836/es.v30i56.983e20983>

José Regalado-López*

<http://orcid.org/0000-00017548-4386>

Adriana Castellanos-Alanis*

<https://orcid.org/0000-0002-1813-6251>

Nicolás Pérez-Ramírez*

<http://orcid.org/0000-0003-22333765>

José Arturo Méndez-Espinoza*

<http://orcid.org/0000-0002-9733-4175>

Ernesto Hernández-Romero*

<http://orcid.org/0000-0002-5799-5817>

Fecha de recepción: 02 de junio de 2020.

Fecha de envío a evaluación: 09 de julio de 2020.

Fecha de aceptación: 27 de julio de 2020.

*Colegio de Postgraduados, campus Puebla. México.

Autor para correspondencia: José Regalado-López.

Colegio de Postgraduados, campus Puebla. México.

Maestría Profesionalizante en Gestión del Desarrollo Social.

Bulevar Forjadores de Puebla Núm. 205. Santiago Momoxpan.

Municipio de San Pedro Cholula. C. P. 72760, Puebla, México

Tels. (222)2-85-14-42, 285-14-45, 285-14-47. Ext: 2212.

Dirección: josere@colpos.mx

Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C.
Hermosillo, Sonora, México.



Resumen

Objetivo: construir un modelo con base en la asociación y organización de productores para transferir la tecnología denominada Milpa Intercalada con Árboles Frutales (MIAF) y contribuir a mejorar la rentabilidad de pequeños productores agrícolas de San Andrés Calpan. **Metodología:** se realizó un análisis y diagnóstico del sistema de producción agrícola tradicional y del sistema MIAF para identificar los principales problemas, fortalezas y debilidades de ambos sistemas. Con estos elementos se estructuró un modelo de asociación y organización, en el cual los productores son socios y disponen de un medio (organización) para tomar decisiones de carácter técnico. **Resultados:** los elementos del modelo para escalar con mayor rapidez la tecnología MIAF fueron: la organización, asistencia técnica, financiamiento, transformación y el mercado. **Limitaciones:** la falta de integración de la asociación-organización puede limitar la aplicación del modelo. **Conclusiones:** el sistema MIAF es altamente rentable, ya que incrementa los rendimientos de los cultivos de maíz, frijol, calabaza y frutales que lo integran; además, contiene elementos de seguridad alimentaria y contribuye a mitigar el cambio climático.

Palabras clave: desarrollo regional; asociación; organización; sistema de producción agrícola tradicional; transferencia de tecnología; financiamiento; sistema MIAF.

Abstract

Objective: Build a model based on the association and organization of producers to transfer MIAF technology and help improve the profitability of small-scale producers in San Andrés Calpan. **Methodology:** An analysis and diagnosis of the traditional agricultural production system and the technology named Milpa Intercalada con Árboles Frutales (MIAF) system were carried out to identify the main problems, strengths and weaknesses of both systems. With these elements, a model of association and organization was structured, in which producers are partners and have a means (organization) to make technical decisions. **Results:** The elements of the model to scale MIAF technology more quickly were, organization, technical assistance, financing, transformation and market. **Limitations:** The lack of integration of the association-organization can limit the application of this model. **Conclusions:** The MIAF system is highly profitable, since it increases the yields of the corn, bean, squash and fruit crops that comprise it; besides, it contains elements of food security and contributes to mitigating climate change.

Keywords: regional development; association; organization; traditional agricultural production system; technology transfer; financing; MIAF system.

Introducción

De acuerdo con Benítez y Fornoni (2018), la Milpa es un policultivo de origen mesoamericano que incluye, además del maíz, combinaciones de frijol, calabaza, chile, tomate, hortalizas y otras plantas semidomesticadas. Linares y Bye (2011) señalan que, sobre este sistema, los agricultores generaron conocimiento y tecnologías tradicionales que hoy forman un modelo de producción de alimentos para la seguridad alimentaria. Buenrostro (2009) concluyó lo siguiente, si como vemos, el sistema llamado Milpa es más acorde con la naturaleza y más productivo, ¿por qué no se promueve? Esta misma interrogante se planteó en el presente estudio, pero para el caso de los componentes tecnológicos del Sistema Milpa Intercalada con Árboles Frutales (MIAF), generados a partir del rediseño de la tecnología tradicional del maíz intercalado con árboles frutales que practican los productores en el área de Plan Puebla, producto del esfuerzo de Investigadores del Colegio de Postgraduados (CP) y del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agrícolas y Pecuarias (INIFAP).

De acuerdo con el Centro Internacional de Maíz y Trigo (CIMMYT 1974), en el área del Plan Puebla donde se generó uno de los precursores del sistema (MIAF), el maíz representaba el 64.9 % de la superficie cultivada, frijol 15.9 %, alfalfa 5.3 %, hortalizas 3.0 % frutales 0.9 % y otros el 5.5 %, sin embargo, en algunos municipios como Huejotzingo, Calpan, San Nicolás de los Ranchos, San Lorenzo Chiautzingo, San Felipe Teotlalcingo, San Salvador el Verde y Santa Rita Tlahuapan es común encontrar una tecnología local de producción basado en el maíz intercalado en huertos de frutales. De acuerdo con Turrent et al., (2017), la tecnología MIAF se generó considerando los componentes de la tecnología tradicional del maíz intercalado con frutales desarrollada por los propios productores en el área del Plan Puebla y tecnología de la terraza de muro vivo para laderas. El sistema MIAF es una tecnología multiobjetivo porque establece una

relación importante entre dos componentes básicos para las familias que practican la agricultura familiar, el económico y social, además, constituye una alternativa para mitigar los efectos negativos del cambio climático. Dado que la tecnología MIAF presenta características muy particulares al abarcar diversos objetivos, también tiene limitaciones para llegar a los productores a través de modelos convencionales de transferencia de tecnología. Cobra importancia, sin embargo, su incorporación en el programa nacional Sembrando Vida para acelerar su escalamiento, por lo que se requiere de la construcción de un modelo que considere a los productores como la entidad más importante en la toma de decisiones (Asociación) y con el respaldo de un cuerpo técnico (Organización) para ejecutar las decisiones. Las bases teóricas para la construcción del modelo se aborda en los siguientes párrafos.

Concari (2001, p. 91), señala que la síntesis del proceso de generación del conocimiento bajo el esquema del método científico, consiste en “construir modelos que sirvan de representación de los fenómenos estudiados que aporten elementos para resolver problemas”. Para Sesento (2008), el término modelo se define como la representación de un hecho o fenómeno propuesto como ideal a seguir. En este sentido Mollis (citado en Graffe, 2006), define al modelo como un constructo o artefacto utilizado para representar de manera esquemática o simplificada los elementos esenciales de un ente u objeto. Mientras que para Carvajal (2002), son los instrumentos y esquemas conceptuales por los cuales los seres humanos intentan articular de manera sistemática el conocimiento. En este sentido cobra relevancia la posición de Friedmann (2001), cuando menciona que las

hipótesis, teorías y modelos a través de las cuales se expresa el conocimiento científico y técnico son simplificaciones radicales del mundo; se expresa en términos universales, y su validez depende de la suposición de que el mundo externo al modelo se mantendrá sin

cambios, pero al planificar para el mundo real, todas las demás condiciones no pueden mantenerse constantes”. Con base a estos señalamientos, se puede establecer que el conocimiento repercute cuando se genera en ámbitos específicos y se valida mediante la acción por los beneficiarios y constituye el elemento central para el aprendizaje (Friedmann, 2001, p. 66),

Con respecto a los modelos de transferencia de conocimiento, Arias y Aristizabal (2011), identifican tres modelos: el modelo lineal, el dinámico, y el modelo triple. El primero está relacionado con la explotación de patentes e involucra a un grupo de actores: Universidad-investigador-estructura institucional relacionada con los resultados de investigación y empresas. El segundo, consiste en la transferencia de conocimiento con un propósito relacionado con la comercialización o difusión, formal e informal. Y el tercero se caracteriza por una mayor relación entre las empresas y el Estado. Ahora bien, para el caso que nos ocupa, conviene plantear ¿Cuál es el modelo de transferencia de conocimiento para los pequeños productores? Sobre este tema se desarrollaron diversos modelos de transferencia de conocimiento, por lo que es importante señalar que la información sobre estos procesos es amplia, por ello, la investigación se basó en planteamientos teóricos y evidencias empíricas documentadas sobre la transferencia de tecnología entre pequeños productores, destacan entre estas: las escuelas de campo como medios para incrementar el conocimiento de los productores en comunidades rurales de México, y de los modelos tradicionales desarrollados en Argentina, Colombia y en la Universidad de California y los innovadores en donde se consideran los casos de, Ecuador, Venezuela y Chile (Aguilera, 2012; Ortiz, Jiménez, Rendón, y Díaz 2016.).

En los modelos tradicionales, la investigación y la extensión están a cargo del gobierno a través de los centros de investigación, en estas estructuras institucionales se definen las estrategias tecnológicas, se lleva a cabo la generación del conocimiento y se transfiere el conocimiento mediante los esquemas de extensión. Mientras que los modelos innovadores siguiendo con Aguilera (2012)

contribuyen a aumentar y mejorar la distribución del ingreso en áreas rurales, mejora la transferencia de tecnología y facilita la adopción e implementación de los requerimientos de la demanda, además facilita la inserción de los productores en el mercado, reduce costos de transacción y genera intercambio de información, para, finalmente, mejorar los niveles de competitividad de los diferentes actores y eslabones de la cadena, en especial en la agricultura familiar (Aguilera, 2012, p. 26).

Bajo este modelo, se presentan algunos casos interesantes de participación de los beneficiarios en forma de asociaciones en los procesos de transferencia de conocimiento. Estos modelos se vuelven interesantes, sobre todo, cuando los beneficiarios directos participan en los procesos de transferencia de conocimiento, a través de la asociación y mediante un esquema de organización. En forma separada estos procesos contribuyen para utilizar el conocimiento, pero, ambos, y entrelazados como lo sugiere Niño (1995), aportan mayores beneficios. Muchas veces, estos procesos en la acción se confunden, por lo que Niño aportó elementos para su separación y definición. Una asociación según Niño, Regalado y Hernández (1998) es un

Un instrumento para establecer finalidades, para constituirse y desarrollarse como sujeto colectivo y para juntar fuerzas o poderes individuales para formar un poder mayor, suficiente

para relacionarse positiva y exitosamente con otros sujetos en el camino hacia la realización de las finalidades establecidas por los mismos campesinos (Niño et al., 1998, p. 17),

mientras que una organización no es más que una empresa, es decir, un espacio que puede tener distintas dimensiones pero que no varía en cuanto a su objetivo genérico: la maximización de la ganancia económica. Para lo anterior se establecen "niveles jerárquicos que estipulan el grado de autoridad y responsabilidad de sus trabajadores, así como la división del trabajo que deben observar para la consecución del objetivo para el que fue creada (Niño et al., 1998, p. 21).

Sobre la base del conocimiento generado por la investigación científica, considerando el conocimiento tradicional, el Plan Puebla en 1967 conformó un modelo de transferencia de conocimiento con el propósito de incrementar la producción de maíz en condiciones de temporal entre pequeños productores, modelo que consistió en: 1) generación y validación del conocimiento generado en terreno de los propios agricultores, 2) establecimiento de lotes demostrativos con los componentes del conocimiento generado, 3) realización de demostraciones locales y regionales para ampliar la cobertura del conocimiento y 4) cambios en la estructura institucional considerando dicho conocimiento para que un mayor número de agricultores se apropiaran de los componentes del conocimiento generado. Los grupos informales llamados Grupo de Acción por Friedman en el modelo de Planificación como Aprendizaje Social (2001), Asociación por Niño et al. (1998), desempeñaron un papel importante en este proceso de aplicación del conocimiento, así como la disponibilidad de recursos financieros para utilizar los componentes tecnológicos y el papel que desempeñaron los técnicos del Plan Puebla como facilitadores para que los productores aumentaran la producción de maíz. De acuerdo con Regalado, Pérez, Espinoza y Ramírez (2013) este modelo

impactó en la producción de maíz, al grado que, en 1968, los primeros líderes del Plan Puebla obtenían 800 kg/ha y en el 2012 registraron rendimiento promedio de 6.0 t ha⁻¹.

Al utilizar este modelo de conocimiento generado para el sistema maíz-solo para introducir el conocimiento generado en el sistema Milpa Intercalado con Árboles Frutales (MIAF), los resultados no fueron los esperados, debido a que los productores siguen manejando su sistema tradicional intercalado sin o con poca incorporación de tecnología tipo MIAF, aun cuando sus aportaciones son importantes. Turrent et al., (2017) señala al sistema MIAF como tecnología multiobjetivo, porque fortalece la seguridad alimentaria de las familias, incrementa sustantivamente los ingresos familiares, contribuye a conservar el suelo y agua y ayuda a capturar y secuestrar carbono. Estas bondades, están fundamentadas en parte por los resultados obtenidos en trabajos de investigación que demuestran mayor eficiencia productiva de asociaciones en comparación con los monocultivos (Molina-Anzures et al., 2016). Una estrategia planteada por el actual gobierno para escalar la tecnología MIAF, es su incorporación en el Programa Sembrando Vida, en el marco de la política pública orientada a mejorar las condiciones de vida de familias campesinas de escasos recursos económicos, puesta en marcha durante el año 2019 para cubrir 19 estados de la república (Diario Oficial de Federación, DOF, 2019).

En este estudio, se asume que el modelo utilizado para vincular el conocimiento MIAF con los productores funciona parcialmente, debido a la falta de un modelo para su transferencia que considere como elementos centrales la asociación y organización (empresa), por lo que emerge la necesidad de su construcción. En este proceso, se considera el aprendizaje desarrollado por los productores en torno al sistema tradicional de milpa intercalada en árboles frutales, y de los componentes que forman el sistema tecnológico MIAF; así como de las experiencias generadas por el grupo de investigadores encargados del programa de investigación agronómica en cultivos

intercalados por el Centro Público de Investigación (CPI) del Colegio de Postgraduados, Campus Puebla. Así pues, las preguntas planteadas en el presente estudio fueron: ¿Cuáles son las características de los huertos intercalados tradicionales en la localidad de estudio? ¿En qué consiste el conocimiento del Sistema MIAF y las estrategias utilizadas para su vinculación con los productores? y ¿Cuál es la propuesta del modelo para escalar el conocimiento de la tecnología MIAF? Con estas preguntas se planteó el objetivo de generar un modelo de asociación y organización para transferir los componentes tecnológicos del MIAF, que contribuya a mejorar el escalamiento y la rentabilidad de las explotaciones agropecuarias. El enfoque propuesto para transferir tecnología para productores que practican una agricultura tradicional, es escaso, y el intento más significativo para probar el modelo fue la creación de la comisión técnica al interior de una asociación política en la Región del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca.

Metodología

El presente estudio se llevó a cabo en la cabecera municipal de San Andrés Calpan, Puebla, que se ubica geográficamente entre los 19° 06' de latitud norte y 98° 27' de longitud oeste, con una altitud de 2,432 msnm y una temperatura de 20 a 22 °C, estos factores condicionan la presencia de un clima subhúmedo con lluvias en verano (Instituto Nacional, Estadísticas Geografía e Informática, (INEGI 2017). Con respecto al ámbito social, en el periodo de 2005-2010 el municipio registró un rezago social bajo, por la disminución de algunos indicadores relacionados con la educación, y con la disponibilidad de los servicios en la vivienda, en el rubro educativo entre el 50 y 60 % de la población tuvo una educación primaria incompleta, sin embargo, el porcentaje de la población que dispone de energía eléctrica, agua entubada y sin sanitario es bajo (Consejo Nacional de Evaluación CONEVAL, 2010). De acuerdo a INEGI (2007) en el municipio había 2,488 unidades de producción, de estas, 1,000 aproximadamente se ubicaron en la cabecera municipal, unidades que

sembraron alrededor de 2,488 ha de maíz y 226 ha de frijol, el volumen de producción obtenida fue de 2.2 t ha⁻¹ para maíz y 1.0 t ha⁻¹ de frijol.

Para el desarrollo del trabajo se utilizó el enfoque de investigación de tipo cualitativo que de acuerdo con Hernández, Fernández y Baptista (2010)), explora los fenómenos en profundidad, se conduce básicamente en ambientes naturales, los significados se extraen de los datos, como tampoco se fundamenta en la estadística. De este modo, el plan de investigación consistió en: 1) la caracterización del modelo de milpa intercalada en árboles frutales tradicional que cultivan los productores del área de estudio, 2) sistematización de los componentes tecnológicos MIAF generados por investigadores que desarrollan actividades en esta línea de investigación, 3) construcción del modelo y para su aplicación se consideró el municipio de San Andrés Calpan, Puebla. El sistema tradicional, se caracterizó con datos de entrevistas realizadas a productores que practican el sistema tradicional de cultivos intercalados. Finalmente, el diseño del modelo se llevó a cabo utilizando los componentes tecnológicos del sistema MIAF, además se consideró las experiencias generadas en los trabajos desarrollados por académicos de la Microrregión de Atención Prioritaria¹ (MAP-Colegio de Postgraduados, Campus Puebla) de Huejotzingo, que conducen proyectos de investigación y transferencia de conocimiento MIAF a través de huertos demostrativos con la participación de productores cooperantes que aportan su terreno y recursos económicos para llevar a cabo estas actividades. De acuerdo con Maxwell (1992), la validez de la investigación descriptiva involucra la recopilación de datos, materia prima para describir eventos físicos y de comportamiento que en principios son observables.

¹ Con base al Plan Rector Institucional del Colegio de Postgraduados (2015), la MAP es conceptualizada como un espacio geográfico donde convergen problemas sustantivos de carácter productivo, ambiental o social, y en donde los Campus del Colpos, a través de sus académicos, definen áreas de influencia para realizar actividades de vinculación y transferencia tecnológica, de manera organizada, y sistematizada, retroalimentando las actividades de educación e investigación.

Resultados y discusión

La estructura de los resultados se encuentra organizada en cinco apartados: 1) características generales de los productores entrevistados, 2) conocimiento tradicional generado por los productores sobre el sistema milpa intercalada en árboles frutales, manejo del sistema tradicional, niveles de producción, procesos de comercialización e industrialización y las ventajas y desventajas, 3) conocimiento generado en el sistema Milpa Intercalada con Árboles Frutales (MIAF) y las diversas actividades realizadas en el proceso de generación y transferencia, 4) el modelo y su fundamentación y 5) aplicación del modelo en el municipio de Calpan.

Características generales de los productores

Para explorar el conocimiento tradicional generado en torno al intercalamiento se aplicaron un total de 80 cuestionarios a jefes de familias. De estos, se seleccionaron 22 que practican el sistema de cultivos anuales intercalado con árboles frutales, Con base a los datos de la figura 1, se distinguen algunas características generales de los productores



Figura 1. Características generales de los productores Fuente: elaboración propia.

De los 22 jefes de familia encuestados, la mayoría fueron hombres (95 %), lo cual se atribuye a que estos realizan las actividades del campo apoyados de la esposa, que realiza actividades de apoyo limpiando los productos de la cosecha en la casa o preparando la alimentación de los jornaleros que son contratados durante el periodo de cosecha (Regalado et al., 2013). Solamente se detectó el caso de una mujer que enviudó por lo que tuvo que asumir las responsabilidades del

trabajo de la tierra. La edad promedio fue de 56 años, por encima de la edad de 41.7 años que se registró para los trabajadores dedicados al trabajo agrícola (Inforural, 2016), y una edad mínima de 33 años y la máxima de 86 años. La escolaridad en promedio fue de 6.8 años, por encima de 3.3, 3.5 y 4.9 años que registra el rango de edad de 40-60 que practican agricultura familiar con potencial productivo Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA, 2012), y coincide con los 7.0 años encontrados por Ramírez y Méndez (2007); el 20 % no registró ningún grado de escolaridad.

Los datos de campo indicaron que la mayoría de los jefes de familias obtiene sus ingresos practicando la diversificación de cultivos. La actividad agrícola se desarrolla en una superficie reducida, en promedio los jefes de familia disponen de 2.8 hectáreas, la mínima es de una hectárea y la máxima de 11.5 hectáreas (figura 1); esta disminución obedece a la distribución de la superficie disponible entre los integrantes de la familia. La diversificación de cultivos les permite también diversificar sus ingresos; es el árbol frutal el eje económico principal de las familias que resumen de la siguiente manera: “cuando empieza la temporada de cosecha de la fruta, es cuando empezamos a comer con manteca” Amando Velázquez (comunicación personal, el 20 de agosto 2015). El maíz y frijol son las principales fuentes de seguridad alimentaria de las familias estudiadas, y otros cultivos que se destinan al mercado, entre ellos, el haba, amaranto, frutales, calabaza, alfalfa, flores, cilantro, alverjón entre otros. La estrategia de diversificación de cultivos realizada por la familia campesina es económicamente viable tal como señala Liebman (1999), cuando asume que la rentabilidad económica neta de los policultivos puede ser mayor que la de los monocultivos que crecen en áreas equivalentes, argumento que ha sido fundamentado con resultados en trabajos de investigación conducidos en el altiplano de México (Albino 2014; Turrent et al., 2017; Torres, Huaraca, Pezo y Renzo, 2018; Muñoz, Santiago, Albino y Rivera, 2018).

El conocimiento de los productores sobre la diversificación de cultivos y frutales intercalados

El intercalamiento de árboles frutales con cultivos anuales, constituye la característica más importante del sistema de producción que se practica entre las unidades familiares; sobre dicho sistema se generó conocimiento para el manejo de los frutales. De acuerdo con los resultados de la investigación, la especie frutícola que más predomina en el sistema intercalado o en huertos simples, es el tejocote (*Crataegus mexicana*).

Al respecto, el estado de Puebla está considerado como una de las diez entidades de mayor importancia en términos de la superficie sembrada. En el año 2010 se registraron 822 hectáreas sembradas distribuidas en 22 municipios; la mayor superficie con árboles cultivados de tejocote se ubicó en el área de influencia del Distrito de Desarrollo Rural 05, Cholula. A nivel municipal destaca Calpan con 250 hectáreas (Núñez, Regalado y Casiano 2012).

Los resultados de la investigación registraron un total de 29,721 árboles frutales de diferentes especies, el 15 % de las unidades familiares cuenta con una sola especie, y solamente el 5 % registró diez especies frutícolas en una sola parcela; esto es una estrategia económica en las unidades de producción familiar, porque durante todos los meses del año cosechan frutas. En cuanto a la edad de los árboles, el 15 % de las unidades familiares tiene árboles de 1 a 3 años de edad, el 40 % tiene árboles de 3 a 6 años, el 35 % disponen de árboles de 6 a 9 años, y el 80 % de los productores cuenta con árboles de más de diez años de edad. Es decir, la mayoría de las unidades dispone de árboles en plena etapa productiva.

También, los datos del estudio indicaron que el 55 % de los entrevistados disponen de tejocote, el 15 % durazno, el 10 % de pera y capulín y tan solo el 5 % posee chabacano y otras especies como el manzano. Se nota una mayor afinidad por el tejocote que en los últimos años presenta demanda en el mercado regional y nacional. Con respecto al origen de las variedades, el

72.2 % de los productores obtuvieron sus variedades de los huertos vecinos, el 22.2 % de algún vivero ya injertado y solo el 5.6 % lo reproduce. El costo por árbol actual va desde los 15 pesos hasta más de 35 pesos, en cuanto a la calidad de la planta según los productores el 38.9 % se consideró buena, 44 % regular y el 16.7 % no respondieron.

Respecto al conocimiento para el manejo de los árboles frutales, se encontró que proviene de las experiencias de los productores y su transmisión por la familia y, en menor medida, por contacto de algún agente externo. La aplicación de este conocimiento permite a las familias obtener en promedio una producción 65.3 kg de fruta por árbol, la máxima de 180 kg, y un mínimo de 30 kg; volumen que se destina al mercado local y nacional, principalmente a la central de abasto, Ciudad de México.

En definitiva, se encontró que el 93 % de los productores aprecian las diferencias que hay entre un huerto simple y uno intercalado. Entre estas diferencias destacan que en los intercalados se cosecha una gran diversidad de productos, producción total, incrementan las oportunidades de ingreso, hay mejor aprovechamiento del espacio productivo, y se reducen los riesgos en años con heladas tempranas, o efectos de sequías como sucedieron en el 2018 y 2019. En este sentido, los productores están convencidos de que es más recomendable disponer de una diversidad de productos en la misma parcela, porque cubren las necesidades de consumo de la unidad familiar y aportan un excedente para el mercado.

Con base en el análisis de la información de campo, se identificó un conjunto de prácticas agrícolas derivadas de la experiencia de las unidades familiares y de aportaciones de técnicos del Colegio de Postgraduados, que realizan investigación y transferencia de tecnología en la zona.

Manejo del sistema tradicional

Las variables consideradas para su caracterización fueron: variedades de frutales, maíz y frijol que se emplea para el sistema, las labores culturales, los niveles de producción, comercialización e industrialización, así como las ventajas y desventajas del sistema tradicional.

Variedades de frutales, maíz y frijol. De acuerdo con Núñez et al (2012), las variedades comerciales de tejocote que predominan en el estado de Puebla y en Calpan son: Chapeado naranja, amarillo, amarillo Chapeado y rojo; esta última presenta una mayor concentración de azúcares que lo hace ideal para el ponche, bebida tradicional navideña a base de frutas, no es muy comercial por su calibre mediano, su cosecha es tardía y se aprovecha para las fiestas decembrinas. Con respecto al maíz, se observa un uso generalizado de maíces nativos de color blanco, azul, rojo y amarillo, sin embargo, a través de la regiduría de Agricultura y Ganadería del municipio de Calpan, se promueve mediante subsidios la siembra de maíz híbrido HS-2 que se utiliza como tutor en asociación con el frijol, aunque la superficie sembrada con este material no rebasa las 20 hectáreas. Para el caso del frijol de guía se utiliza principalmente los de crecimiento indeterminado tipo IV y en otros casos se emplean los de tipo I, frijol de mata (Molina-Anzures et al., 2016), entre los que destacan el abollado, frijol morado, amarillo, vaquitas y ayocote.

Labores culturales. La poda se considera como una actividad necesaria para mejorar la calidad y el rendimiento del fruto. Torres, Cortés, Turrent, Hernández, y Muratalla (2008), argumentan que la formación y poda del árbol frutal es clave para maximizar la eficiencia en la producción económica. En la práctica, el estudio indicó que la poda la realiza el 95 % de los productores y solo el 5 % no la realiza; el 72.2 % la efectúan en la época de invierno, el 5.5 % la lleva a cabo en verde, y el 11.1 % la lleva a cabo en invierno o en verde. Por otra parte, las actividades de poda para un 70.6 % de los productores inicia en el mes de enero, el 17.6 % en febrero, el 11.8 % en marzo, y el

5.9 % desde el mes de diciembre. El 70.6 % señaló que la poda le ayuda a mejorar el crecimiento del fruto, el 23.5 % a tener mayor producción, el 5.8 % a dar forma a los árboles, y otro 5.8 % le ayuda porque elimina los daños que presenta el árbol ocasionados por situaciones climáticas, plagas o enfermedades. Además, el 67 % cuenta con conocimientos técnicos sobre esta práctica, y tan solo el 33 % trabaja con su experiencia.

Actualmente, el 11 % de los productores encuestados cuenta con algún tipo de asesoría o apoyo respecto a esta práctica. Así, en los últimos cinco años técnicos del Colegio de Postgraduados iniciaron trabajos con algunos productores de la localidad. Con el propósito de apoyar a los productores a mejorar esta práctica, se canalizaron recursos provenientes del convenio de colaboración entre el Colegio de Postgraduados y la Universidad Politécnica de Madrid para la adquisición de herramientas, serruchos, tijeras y escaleras. Al igual que la poda, el raleo se considera una actividad importante y necesaria porque se retira del árbol el exceso de carga de frutos. Ojer, Reginato y Vallejo (2011), encontraron que el raleo de frutos es una tarea imprescindible para regular la carga frutal y es un factor crítico en la productividad y rentabilidad. Los datos obtenidos del estudio indicaron que el 50 % de los productores encuestados realizaron esta actividad y mencionan que, aunque requiere de dedicación, vale la pena hacerla, porque los resultados son satisfactorios y en el mercado hay una mayor aceptación de la fruta reflejándose en un mejor precio. El 50 % de los productores considera que no es necesario, o no la realizan por falta de tiempo o por desconocer la importancia de esta práctica. De las diferentes especies que se encuentran en la parcela del productor, el raleo es diferenciado; así, el 45 % de los productores ralean el durazno, el 27.3 % el tejocote, la ciruela un 18.9 % y tan solo en capulín el 1 %. Para el caso del maíz y frijol generalmente se realizan dos prácticas culturales que localmente se

denominan la labra y el cajoneo, en ambas se aprovecha para la aplicación de fertilizantes y su periodo de realización estará en función de la fecha de siembra.

Fertilización. Para esta actividad, el 94.5 % de los productores fertiliza sus árboles frutales, y de estos, el 61 % ocupa fertilizantes orgánicos, estiércol principalmente, 11 % ocupa fertilizante químico y 22 % hace uso de ambos. De este modo, se concluye que los productores tienen una tendencia significativa a utilizar abonos orgánicos para no depender de los abonos sintéticos. Los datos indicaron variación en la época de aplicación, mientras que el 70.6 % lo aplica de enero a marzo, 29.4 % lo hace en otro momento y el 22 % lo hace más de una vez en el ciclo productivo. También se encontró que se aplican diferentes cantidades, no existe una dosis específica, más bien, está en función de los recursos de los productores. Para el caso de los cultivos anuales, se aplica en promedio por hectárea la fórmula 144 kg de N y 72 kg de P.

Producción. En la figura 2 se observa la producción en frutales como en cultivos anuales que intercalan maíz y frijol principalmente. En promedio se calculó 65.3 kg por árbol, un máximo de 180 kg y un mínimo de 30 kg por árbol bajo el sistema intercalado.

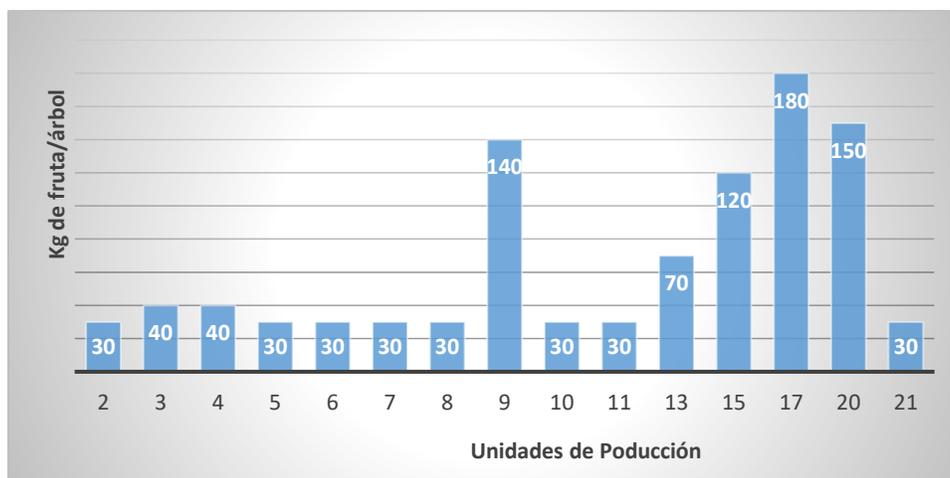


Figura 2. Rendimiento de fruta por árbol: Fuente: elaboración propia con datos de campo 2015.

Comercialización e industrialización. Respecto a los lugares de mercadeo, el 87.5 % de los productores comercializa su producción en la comunidad, 37.5 % procesa una mínima parte de la producción para elaborar productos como fruta en almíbar, mermelada, ate y vino artesanal; solamente el 18.7 % comercializa en los mercados de Puebla y Ciudad de México. El volumen de producción de fruta fresca se comercializa de dos maneras: la primera es de buen tamaño, seleccionada en forma manual en envases de diversos tamaños; y la segunda es una fruta que por su tamaño es acaparada por compradores externos que establecen su base en la cabecera municipal de San Miguel Huejotzingo. Dado que la región Izta-Popo es uno de los pocos lugares en el que se produce tejocote, ocasiona que se genere mucha demanda, sobre todo, si se considera que en la época en que se produce la fruta, coincide con las festividades de todos santos, navidad y año nuevo, periodos en que se preparan bebidas locales y otros productos a base de tejocote y otras frutas. Los precios por kilogramo de tejocote se fijan en estos mercados; un buen precio de acuerdo a los productores debe oscilar entre 150 y 200 pesos por caja de 20 kilogramos, para obtener una relación beneficio costo favorable. El procedimiento para la comercialización consiste en las siguientes etapas: 1) el productor corta la fruta, se selecciona y se envasa, 2) la producción se traslada a casa y 3) de la casa sale rumbo a Puebla o Ciudad de México. En relación al transporte, si el productor dispone de vehículo transporta directamente la fruta a los puntos antes señalados, en caso contrario se utiliza el transporte de carga para el traslado del producto, incrementando así los costos. Algunos intentos para mejorar el precio de este volumen de producción están relacionados con la agregación de valor mediante el procesamiento de la fruta y su industrialización. Sobre este último, se han hecho intentos para extraer la pectina, sin que hasta el momento se muestren resultados concretos.

Ventajas y desventajas en el manejo del sistema tradicional. Desde el componente productivo, el sistema de policultivo presenta ventajas. Liebman (1999) señala que a nivel mundial agricultores adoptan este sistema porque frecuentemente, obtienen un mayor rendimiento en la siembra de una determinada área sembrada de este sistema que de un área equivalente, pero sembrada en forma de monocultivo o aislada. Sobre la mitigación de los efectos del cambio climático, Liebman (1999) documentó que puede haber una compensación productiva entre los componentes del policultivo, en el caso si uno de éstos falla a consecuencia de una sequía, u otro factor adverso, se podría compensar al aumentar la productividad del otro componente. Otros estudios señalan que la mayor variedad de cosechas proporciona el hábitat para más especies, por lo que aumenta la biodiversidad local y la conservación de la fertilidad del suelo, mayor eficiencia entre los factores de crecimiento, se reduce la evaporación del agua de la superficie del suelo, y con la presencia de cultivos de leguminosas se puede fijar nitrógeno atmosférico al sistema de intercalado (Cruz, 2009; Ebel, Pozas, Soria 2017; Torres et al., 2018.). Las desventajas están más relacionadas con la falta de fuerza de trabajo para realizar la siembra y la cosecha, sobre todo cuando la asociación maíz-frijol es de tipo IV (enredador), así como la falta de un esquema de carácter asociativo y organizativo que mejore la toma y ejecución de las decisiones en aspectos clave como la aplicación de la tecnología, el financiamiento, asistencia técnica, mercado y para avanzar hacia los procesos de agregación de valor.

El Sistema Milpa Intercalada con Árboles Frutales

De acuerdo con Cortés y Turrent (2012) y (2018) el sistema MIAF es una tecnología agroforestal basada en el diseño de la milpa tradicional para las condiciones actuales de la agricultura campesina que optimiza los beneficios de las interacciones biológicas creadas cuando los árboles frutales son combinados deliberadamente con el maíz, el frijol u otra leguminosa comestible de porte bajo.

Juárez (2012) señala que por el arreglo topológico del sistema MIAF, puede ser potencial para conjugar el carácter biodiverso de México y el aprovechamiento eficiente de los recursos naturales (recuperación de suelos, rehabilitación de la fertilidad o la conservación de la capacidad productiva en el tiempo). Autores como Mendoza, Cortes, Turrent, Parra y Estrella (2006), mencionan que el sistema MIAF se refiere a una alternativa tecnológica que consiste en el intercalamiento de maíz (*Zea mays*) y/o frijol (*Phaseolus vulgaris*) en hileras anchas de durazno mejorado (*Prunus persica*). Este sistema (manejo integrado de las tres especies), presenta varias ventajas frente al cultivo de las especies por separado (cultivos simples), destaca una mayor eficiencia productiva en el uso de la tierra (por medio de un mejor aprovechamiento de la energía solar), menor riesgo climático y mejores ingresos. De acuerdo con Cortes et al (2014) este sistema permite tener altas densidades de plantación y se puede hacer un uso más eficiente de los recursos suelo y agua. En otro estudio realizado por Torres et al., (2008), encontraron que la eficiencia relativa de la tierra del duraznero en el Sistema Milpa Intercalada con Arboles Fatales (MIAF), en los cuatro años de estudio fue en promedio de 0.47 (mayor de 0.33) y el árbol con dos ramas de estructura superó al de cuatro ramas en años limitativos, como 2004 y 2005. Turrent, Cortés, Espinosa y Mejía (2016), argumentan que ante el cambio climático y por su limitación del recurso tierra, la agricultura campesina requiere tecnologías multiobjetivo, que mejoren el ingreso familiar, protección contra la erosión del suelo, diversificación perenne-anual de cultivos y rotación de anuales y su acceso a los servicios para la producción y mercadeo. Por la importancia social y la problemática de la agricultura campesina se requiere su fortalecimiento. La tecnología MIAF es un ejemplo que satisface estos objetivos (Cortés et al., 2007).

El sistema MIAF, ha sido aceptado por algunos productores, porque la producción es superior que la de cualquiera de las especies producidas en forma de monocultivo, siempre y cuando se

aplique con mayor precisión los componentes de la tecnología. Además, si alguno de los cultivos del sistema MIAF fallara a causa de limitaciones bióticas o abióticas, se tienen las otras especies en cultivo para satisfacer las necesidades de las familias campesinas. En estos casos, el durazno que es el frutal más importante de clima templado y en el componente tecnológico cuya comercialización proporciona ingresos a las familias (Mendoza et al., 2006; Soriano, Gonzales, Jáuregui, Bravo, y Ramos 2010).

Componentes del sistema. Un módulo consiste en establecer hileras de árboles separados de 1.5 metros entre si y 13.5-14.5 metros entre hileras, con árboles conducidos y podados en el sistema tatura modificado (dos ramas estructurales orientadas perpendicularmente a la hilera). Hacia cada uno de los lados de la hilera se siembran los cultivos intercalados (dos surcos de maíz y dos de frijol de mata de manera alterna y microrotante) u otro patrón de cultivo. Se recomienda una densidad de población de 60 mil plantas ha⁻¹ en maíz y 90 mil plantas ha⁻¹ de frijol o bien se establecen seis surcos juntos de maíz y seis de frijol en rotación anual. La pregunta que se plantea es ¿En qué consisten los componentes tecnológicos MIAF? y ¿Cuál ha sido la estrategia utilizada para escalar la tecnología?

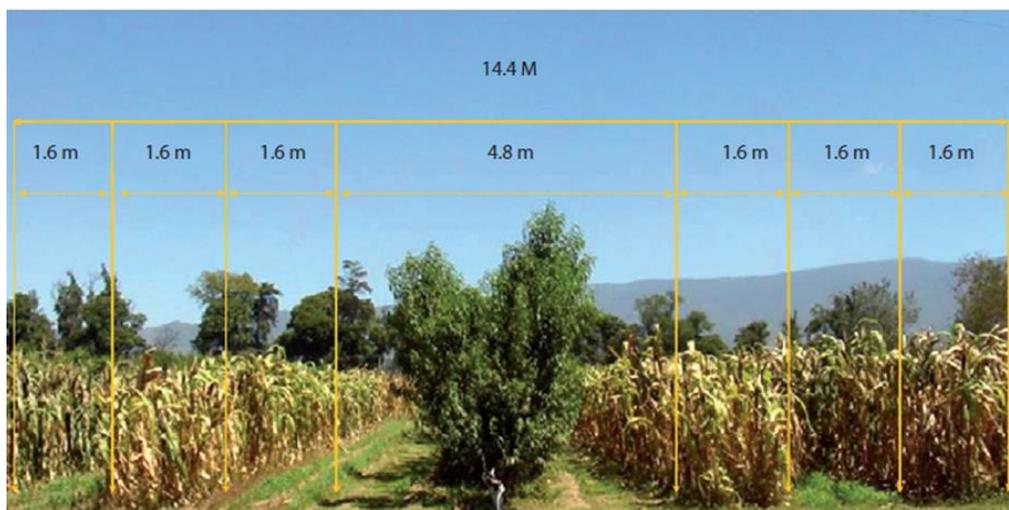


Figura 3. Módulo MIAF típico, en terrenos con pendiente moderada (>20%) que muestra el arreglo espacial de las tres especies. Fuente: tomado de Cortés et al., (2014).

Fertilización. La tecnología generada para el árbol frutal (durazno), consiste en una dosis de 30g-15g-30g-5 kg (N-P₂O₅-K₂O- estiércol). Esta cantidad se aplica por año hasta los cuatro años, manteniendo en adelante la última dosis de fertilizante y de estiércol. Para el caso de maíz, se recomienda una dosis de 160-70-30 (Kg. de N-P₂O₅-K₂O) con una densidad de población de 60,000 mil plantas por hectárea, mientras que para el frijol la dosis es de 60-60-00 y con aplicaciones de fertilizante foliar al inicio de la floración. La aplicación de la tecnología se complementa con otras recomendaciones técnicas como: 1) despunte que se recomienda a una altura de 40 centímetros y los brotes laterales acortados a dos o tres yemas (a partir de su base), 2) poda de verano en plantaciones de marzo y 3) aspersiones de insecticidas, fungicidas y acaricidas para la protección de las plantaciones de acuerdo al tipo de infestación que presenten los cultivos. En comunicación personal con el M. C. Hernández, señaló que “en el año 2010 inició con el proceso de generación de tecnología en asociación maíz-frijol, y para el año 2016 incluyó la calabaza componentes de la milpa histórica intercalado con árboles frutales” (Ernesto Hernández, comunicación personal, 24 de mayo 2020). La dosis recomendada para el sistema asociación maíz frijol se mantiene en los mismos niveles de N-P-K (160-60-30 y 60-60-00 respectivamente) tal como se generó en el diseño original del MIAF y en calabaza se recomienda la misma dosis que el maíz. Para los frutales se recomienda las fórmulas 90-45-90 g por árbol de durazno y en manzana 83-60-75 g (N-P-K y 7,5 g de estiércol de bovino por árbol; en los dos casos, aplicado dos veces por año. Estas recomendaciones tecnológicas se utilizaron como variables y los resultados indicaron que cuando los productores intercalan la milpa histórica con árboles frutales se hace un mejor uso de su parcela. (Molina-Anzures et al., 2016)

Labranza y acolchado. Una vez que los cultivos de maíz y frijol alcancen su madurez fisiológica, se realizan las prácticas tradicionales de roturación del suelo para conservar la humedad. Hacia los

lados de las hileras de árboles frutales existe una tira de 2.25 metros en ambos lados. Este espacio no se rotura, y una banda de un metro a cada lado del árbol se acolcha con rastrojo de maíz picado, inmediatamente después de la cosecha del maíz y frijol. Los árboles en el sistema MIAF tienen un periodo de establecimiento y formación de 2-4 años dependiendo de la especie. Posterior a esta etapa sigue un periodo de producción de fruta de 12 a 15 años. Los cultivos básicos producen desde el primer año.

El sistema MIAF presenta ventajas agronómicas, económicas, sociales y de mitigación del cambio climático, sin embargo, la precisión con que aplican los componentes de la tecnología MIAF es bajo, situación que llevó a los investigadores del proyecto a plantear un modelo de intervención para escalar la tecnología MIAF (Mendoza, Hernández, Cortés, y Parra 2011). La herramienta más destacada que utilizaron los investigadores del proyecto para acelerar la aplicación del sistema fueron los huertos demostrativos establecidos en las diferentes localidades y la transmisión del conocimiento a través de recorridos de campos y visitas a los lotes de investigación transferencia de tecnología.

Establecimiento de módulos de investigación y demostrativos. Para desarrollar los trabajos de investigación y transferencia de tecnología MIAF se utilizan huertos intercalados con durazno y manzano, ubicados estratégicamente en localidades de los municipios de Huejotzingo y Chiantzingo. Los resultados obtenidos en los huertos experimentales se transmiten a productores de la región y fuera de la misma; así como a instituciones gubernamentales a través de días demostrativos (Mendoza et al., 2011). El componente frutícola del sistema es el que más interés despierta en los productores y el más adoptado para establecer huertos simples; no así, la distancias de 13.5-14.5 m entre hileras y la siembra de cultivos intercalados (dos surcos de maíz y dos de frijol de mata de manera alterna y micro rotante) u otro patrón de cultivo. Con esta actitud se prima

el componente económico sobre el social (seguridad alimentaria) y pone en riesgo a estas unidades ante eventos climáticos adversos.

Factores institucionales: asistencia técnica, financiamiento y formación de microempresas. La asistencia técnica del proyecto prototipo agropecuario consistió en facilitar los medios para apoyar a los productores para aplicar la tecnología generada en los distintos planes de producción definidos por el proyecto. Esta experiencia se retomó para el proyecto de investigación y transferencia para su utilización en los trabajos del sistema MIAF ubicados en distintas localidades del Valle de Puebla. Con base a los resultados obtenidos, se obtuvo un financiamiento público del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) para promover el uso de esta información tecnológica entre los productores.

La formación de las microempresas constituyó una estrategia para acelerar el uso de los componentes del sistema, principalmente en frutales. Las microempresas se ubicaron en 12 comunidades con 23 microempresarios que trabajaron en ocho giros distintos; la de expendio de alimento, taller de quesos e inseminación artificial, y vivero de frutales. Actualmente, los trabajos de investigación y de transferencia de tecnología continúan con menor intensidad por los escasos recursos económicos; y de las microempresas, la mayoría dejaron de funcionar, se mantiene el vivero frutícola manejado por el mismo microempresario durante los últimos treinta años, en la localidad de Chahuac, del municipio de Domingo Arenas, Pue.

En resumen, el manejo individual de la agricultura tradicional diversificada, la falta o poco acompañamiento técnico y de factores institucionales, constituyen los principales obstáculos para la aplicación más precisa de los componentes del MIAF por las unidades familiares; bajo esta premisa se construyó el modelo.

El modelo

El modelo se diseñó con base en el conocimiento identificado del sistema tradicional, información generada bajo el sistema MIAF, y las dificultades para escalar con mayor rapidez la tecnología. A partir de estos elementos se planteó la interrogante ¿Cuál es la propuesta de modelo para aplicar con mayor rapidez y precisión la tecnología generada para el sistema MIAF? La propuesta estuvo basada en cómo integrar y operar los conceptos de asociación y organización identificados en la empresa CAMPOSEVEN para aplicar tecnología, producir, comercializar y procesar hortalizas en agricultura biodinámica. El componente asociativo se representa por una figura jurídica denominada Sociedad Agraria de Transformación (SAT 994 CAMPOSEVEN).

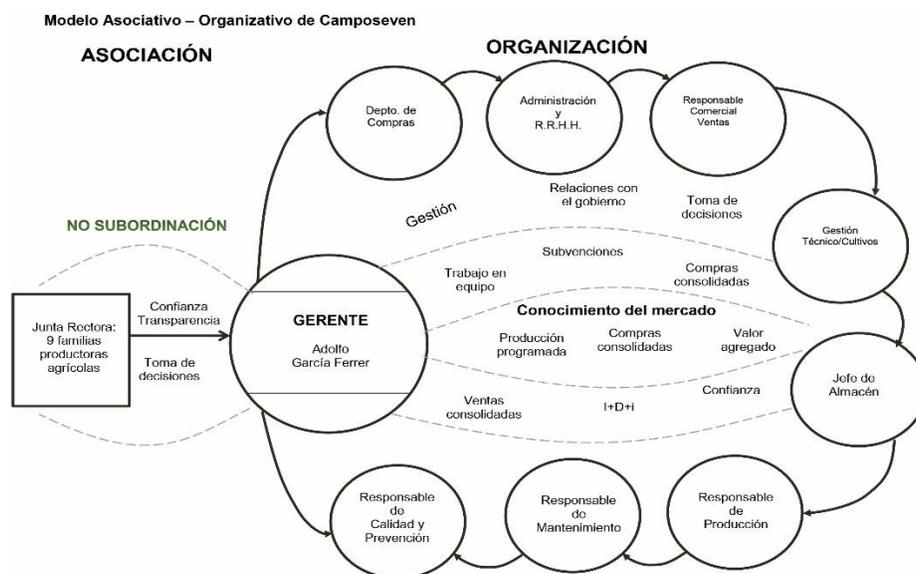


Figura 4. Modelo asociativo y organizativo de la SAT CAMPOSEVEN. Fuente: Mendoza (2018).

Con base a estos elementos se propone un modelo representado gráficamente en la figura 4, con sus elementos centrales. La asociación, integrada por los productores mediante una figura legal (componente social) y la organización (empresa), brazo técnico de la asociación integrada por una gerencia con un equipo técnico especializado (componente técnico-económico). En este último componente se llevará a cabo la gestión técnica y la empresarial, el primero, para escalar la

tecnología MIAF, por lo que integra un grupo de expertos para este fin y otros relacionados con el escalamiento; y el segundo, para realizar los procesos de transformación y comercialización. Con la rentabilidad del sistema, la asociación puede estar en condiciones de contratar personal especializado para desarrollar actividades en los aspectos de transferencia de tecnología MIAF, con el propósito de conducir los módulos demostrativos. En los huertos ya establecidos, además de organizar todos los elementos para aplicar la tecnología generada (siembra, labores, aplicación de insumos y cosecha), el personal técnico abordaría todos los aspectos de comercialización. Dicha contratación puede ser en el marco del Programa Sembrando Vida o en los programas de reconversión de la Secretaría de Bienestar en el Estado de Puebla. O bien pudiera ser que con los recursos de la asociación pudiese contratar al personal para ejecutar los aspectos técnicos de los componentes MIAF. La operacionalización de los componentes del modelo abarca dos fases. La primera, consiste en integrar los 22 socios en una asociación y cuyo propósito es aprobar los programas de gestión técnica y empresarial; la segunda fase, contempla la integración de la organización y su cuerpo técnico especializado, para ejecutar los programas técnicos para escalar

la tecnología e intervenir en los procesos de transformación y comercialización.

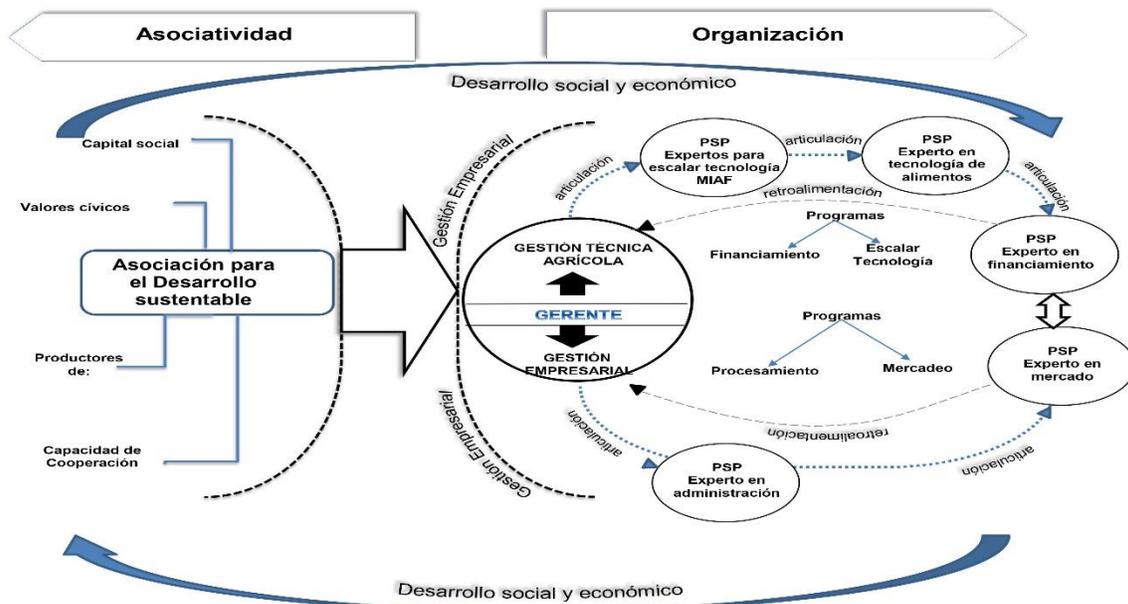


Figura 5. Propuesta de modelo de aplicación de tecnología MIAF. Fuente: elaboración propia.

Bajo este esquema, existen pocas experiencias, sobre todo en regiones donde se practica una agricultura tradicional como la que se identificó en Calpan. Esta condición puede ser un factor limitante para la aplicación del modelo, sin embargo, no deja de ser factible por las condiciones políticas favorables para su aplicación, y cuando se asume que los pequeños productores son capaces de innovar como los que practican una agricultura empresarial. La experiencia en CAMPOSEVEN indica que, bajo una estructura asociativa-organizativa, los socios generaron una rentabilidad, así como otros valores sociales y ambientales que inciden en la mejora de la calidad de vida de todos los que integran la estructura (De los Ríos, Becerril y Rivera, 2016).

Aplicación del modelo

El modelo se aplicará considerando a los 22 productores (asociación) y los 29,721 árboles frutales (ámbito de acción de la organización), los productores se asociarán sin considerar alguna forma

jurídica, será suficiente un acta de asamblea en el que se plasme las finalidades de la misma, así como un consejo de representantes que administrará y vigilará el uso de los recursos de los socios y serán los responsables de la rendición de cuentas del personal técnico de la organización. La pregunta es ¿Cómo se aplicará con precisión la tecnología MIAF? y ¿Cuáles serían las acciones a implementar considerando el número de árboles que disponen los miembros de la asociación?

Establecimiento de módulos MIAF

La aplicación de la tecnología MIAF se hará considerando el establecimiento de módulos MIAF sustentados con los resultados del programa de investigación y con recursos de la asociación que se manejará como huertos comunitarios, esquema planteado en la convocatoria del Programa de Conservación para el Desarrollo Sostenible (SEMARNAT, 2020). En el cuadro 1, se proyectan los costos y los ingresos en el sistema MIAF para los módulos comunitarios.

Tabla 1.

Costos e ingresos netos para 1000 m² donde los arboles ocupan 330 m² y los cultivos anuales 660m²

Concepto	Año 1 (plantación)		Año de preproducción (2-3 año)		Año de producción (4 en adelante)	
	Manzano	Durazno	Manzano	Durazno	Manzano	Durazno
Especies en el sistema MIAF						
Costos actualizados						
Costos actualizados frutal/330 m ²	\$14,483.36	\$14,320.35	\$6,777.51	\$15,368.24	\$12,238.46	\$15,147.01
Costos actualizados de la asociación/660 m ²	\$20,283.76	\$19,886.04	\$19,498.66	\$19,886.04	\$17,339.27	\$19,886.04
Costo actualizado del sistema MIAF/ha	\$34,767.11	\$34,206.39	\$26,276.18	\$35,254.28	\$29,577.73	\$35,033.04
Ingreso Neto						
Ingreso neto 1 ha Frutal/330 m ²	-	-	-\$1,620.15	\$40,903.15	\$49,364.01	\$61,391.16
Ingreso neto de la asociación Maíz-Frijol/660 m ²	\$19,316.24	\$19,702.32	\$18,568.60	\$19,702.32	\$19,566.04	\$19,702.32
Ingreso neto en la MIAF/ ha	\$4,832.89	\$7,173.16	\$16,948.45	\$60,605.47	\$68,930.05	\$81,093.48
Relación B/C	0.14	0.21	0.65	1.72	2.33	2.31

Nota: costo actual del árbol de manzano= \$55.00-\$60.00 y una densidad de 66.6 árboles por 330 m²

Nota: costo actual del árbol de durazno= \$20.00-\$25.00 y una densidad de 91.9 árboles por 330 m²

Fuente: elaboración propia.

La proyección indica que, a partir del tercer año, la relación beneficio costo se incrementa y desde el punto de vista económico refleja una alta rentabilidad para los productores participantes,

lo que significa que, a partir de este año, por cada peso que se invierte, este se recupera y se gana hasta 1.33.

Seguimiento de huertos establecidos

Existe un número considerable de árboles ya establecidos que están aportando un nivel de producción e ingreso a los productores, para este caso, se trabajaría con los componentes del sistema milpa histórica, fundamentado en los resultados de investigación como se muestra en el cuadro 2. De los sistemas milpa histórica intercalada en árboles frutales, se trabajará con el sistema 1, maíz en asociación con frijol y calabaza, la tecnología consiste en el tipo de variedades de maíz, frijol y calabaza que se emplea en el sistema, así como de las densidades de población, arreglo topológico y dosis de fertilizante. Para el caso de los frutales, se mantendrá constante las especies que tienen sembrado los productores para realizar prácticas de limpia, cajeteo, aplicación de riegos, combate de plagas y enfermedades para mejorar el volumen de fruta de mejor calidad ya que con las practicas que llevan a cabo, el 50 % de la producción es de mala calidad.

Tabla 2.

Rendimientos en relación a la superficie ocupada de las especies componentes anuales y perennes, en tres sistemas de milpa histórica intercalada en árboles frutales

Sistemas MIAF	Grano			Productos		Fruta
	Maíz	Frijol	Calabaza	Pulpa	Semilla	Fresca
1. Niebla +frijol +calabaza+ durazno	7010	484	Kg/0.66 6571	6167	403 (6.1%)	Kg/0.33 32150
2. Niebla Sin Frijol con calabaza +durazno	7945		5465	5156	309 (5.7%)	32150
3. Niebla + frijol +sin calabaza+ durazno	7545	504				32150

Cultivos simples en kg/ha: Maíz= 7929 kg, Frijol tutoreado=2021kg, Calabaza (semilla)=455 kg Durazno (mejor variedad) =54606 kg. Hernández et al., 2019

Fuente: Hernández, 2019.

Se justifica el sistema 1 por su alta rentabilidad, con un volumen de producción de maíz de 7.0 t ha⁻¹ a un valor de 6,000.00 pesos por tonelada se obtiene un ingreso de 35,000.00 pesos; para

el caso de frijol con este sistema, se obtienen 484 kg/ha con un precio de 20.00 pesos/kg el ingreso es de 9680.00 pesos; para el caso de la calabaza, interesa el volumen de semilla producida que es de 403 kg/ha a 80.00 pesos por kilogramo, se obtiene un valor de 32,240.00 pesos. Por la aplicación precisa de la tecnología MIAF para cultivos anuales, se consigue un ingreso de 76,920 pesos; con un costo de producción de entre 15,000.00 a 18,000 de pesos se obtiene una relación beneficio-costo de 4.27, sin considerar el valor de la producción frutícola.

Conclusiones

Es posible concluir, a partir de los hallazgos del estudio, que las principales características de los huertos intercalados en la cabecera municipal de San Andrés Calpan, responden a un grupo de productores con una edad promedio de 56 años, con 6.8 años promedio de escolaridad y 2.8 hectáreas promedio en temporal que disponen de un sistema productivo tradicional, con una diversidad de cultivos anuales intercalados con distintas especies frutícolas, en donde destaca el tejocote por el número de árboles disponibles, manejado con prácticas cuya producción aporta ingresos por la venta de fruta, seguridad alimentaria y mitiga los efectos del cambio climático; sin embargo, todavía está por debajo de su potencial productivo. Los cambios para mejorar este potencial requieren de una gestión empresarial, no para convertir a los pequeños productores en empresarios, sino para escalar la tecnología MIAF y para un manejo más eficiente de los recursos que actualmente disponen.

El análisis de los beneficios económicos que se obtiene aplicando con precisión el sistema MIAF es altamente rentable. Ello, mediante el estableciendo de módulos y la aplicación de tecnología en maíz, frijol y calabaza intercalados en huertos establecidos, ambos, conducidos tal como lo sugiere el programa de investigación en cultivos intercalados en el Campus Puebla. El modelo asociativo y organizativo propuesto puede contribuir a obtener y mantener esta

rentabilidad, por si sola la asociación no puede avanzar hacia esta dirección y la organización o empresa siempre requieren de una asociación que la sostenga. Finalmente, se requiere generar una línea de investigación que evalúe los resultados del proceso de aplicación de este nuevo modelo de transferencia de tecnología para cultivos intercalados, en sus componentes, con el propósito de mejorar la rentabilidad de los pequeños productores que practican una agricultura tradicional y que emplean fundamentalmente mano de obra familiar.

Referencias

- Aguilera, D. (2012). *Modelos destacados de transferencia tecnológica para la agricultura en América*. Santiago de Chile: Ed. Ministerio de Agricultura Oficinas de estudio y Políticas Agrarias pp 75. Recuperado de http://www.buenaspracticassots.unam.mx/interiores/modelostt/ModelosTT_Agricultura.pdf
- Albino, G. (2014). *El Sistema Agroforestal Milpa Intercalada con Árboles Frutales: productividad y optimización económica del maíz y frijol*. (Tesis doctoral). Colegio de Postgraduados, Montecillo, Estado de México. Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Rocio_Albino-Garduno/publication/283711399.pdf
- Arias, P. y Aristizábal, B. (2011). Transferencia de conocimiento orientada a la innovación social en la relación ciencia tecnología y sociedad. *Pensamiento & Gestión*. 31, pp. 137-166, Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/646/64620759008.pdf>
- Buenrostro, M. (2009). Las bondades de la milpa. *Ciencias* 92-93 pp 30-32. Recuperado de <https://www.revistaciencias.unam.mx/es/41-revistas/revista-ciencias-92-93/213-las-bondades->
- Carvajal, A. (2002). Teorías y Modelos. Formas de representación de la realidad. *Revista Comunicación*, 001. pp. 1-14: Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/166/16612103.pdf>
- Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo CIMMYT (1974). *El Plan Puebla 7 años de experiencias 1967-1973* (pp. 6-7). Batán, Texcoco: Edo. de México.
- Concari, S. (2001) Las teorías y modelos en la explicación científica: implicancias para la enseñanza de las ciencias *Revista Ciência & Educação*, 7(1) pp. 85-94, Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication>
- Coneval (2010). *Índice de rezago social a nivel municipal y por localidad*. Recuperado de <https://www.coneval.org.mx>
- Cortes, J. y Turrent, A (2018) MIAF: una tecnología multiobjetivo sustentable para la agricultura tradicional. En Calva J. I. (Ed.) *Soberanía alimentaria para el desarrollo del campo* pp. 189-206. Ciudad de México, Mexico. Juan Pablos, Editor S.A. Consejo Nacional de Universitarios por una Nueva Estrategia de Desarrollo. recuperado de https://issuu.com/consejonacionaldeuniversitarios/docs/volumen_9-soberania_alimentaria-ent/198
- Cortés, J. I., Turrent, A., Díaz, P., Claro, P., Hernández, E., Aceves, E. y Mendoza, R. (2007). La milpa intercalada con árboles frutales (MIAF), una tecnología multiobjetivo para las pequeñas unidades de producción. En J. Calva (Ed.) *Desarrollo Agropecuario, Forestal y Pesquero* pp. 100-116. Ciudad de México: Editorial M. A. Porrúa-Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)-Cámara de Diputados.
- Cortés, J. I. y Turrent A. (2012). Una tecnología multiobjetivo para pequeñas unidades de producción. En J. L. Calva (Ed.), *Análisis estratégico para el desarrollo, políticas agropecuarias y pesqueras*, vol. 9, México: Universidad Nacional Autónoma de México, pp. 162-178.
- Cortés, J., Turrent, A., Hernández, E., Francisco, N., Torres, J., Zambada, A. y Díaz, P. (2014). *Milpa Intercalada con Árboles Frutales (MIAF)*. Ciudad de México, México. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa). Recuperado de <MilpaIntercaladaconFrutales.pdf>.
- Cruz, A. (2009). Eficiencia relativa de la tierra y perspectivas de dos policultivos de temporal en Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca. (Tesis de Maestría). Instituto Politécnico Nacional, Oaxaca de Juárez.
- Diario Oficial de la Federación DOF (2020). ACUERDO por el que se emiten las Reglas de Operación del Programa Sembrando Vida, para el ejercicio fiscal 2020. Publicado en el DOF el 30/03/2020. Recuperado de <http://dof.gob.mx>

- De los Ríos, I., Becerril, H y Rivera M. (2016). La agricultura ecológica y su influencia en la prosperidad rural: visión desde una sociedad agraria (Murcia, España) *AGROCIENCIA*, Vol. 50 (3) pp. 375-389. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/agro/v50n3/1405-3195-agro-50-03-375.pdf>
- Ebel, R., Pozas, G., Soria, F., Cruz, J. (2017) Manejo orgánico de la milpa: rendimiento de maíz, frijol y calabaza en monocultivo y policultivo. *Terra Latinoamericana*. Vol. 35 (2) pp 149-160 Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/573/57350494006.pdf>
- Friedmann, J. (2001). *La planificación en el ámbito público*. Madrid, España: Editorial Instituto de Administración Pública (INAP), pp. 468.
- Graffe, G. J. (2006). *La planificación, modalidades y usos de modelos*. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Educación, Departamento de Pensamiento Social y Proyectos Educativos, Caracas. Recuperado de <https://docplayer.es/31023304-La-planificacion-modalidades-y-el-uso-de-modelos.html>
- Hernández, R., Fernández, C., Baptista, P. (2010). *Metodología de la Investigación, México*, Ciudad de México, México. McGraw-Hill-Interamericana Editores, S. A. de C. V. Recuperado de <https://upvv.clavijero.edu.mx/cursos/LEB0742/documentos/Metodologiadelainvestigacion.pdf>
- Hernández, E., Rojano, R., Turrent, A., Cortés, J. I., Ocampo, I. y Mendoza, R. (2019). *Producción y Eficiencia de Diferentes Sistemas de la Milpa Histórica Intercalados en Árboles Frutales*. Casa abierta-Colegio de Postgraduados, Campus Puebla (no publicado)
- Inforural (2016) En México, hay 5.5 millones de personas dedicadas al trabajo agrícola. Recuperado de <https://www.inforural.com.mx/mexico-5-5-millones-personas-dedicadas-al-trabajo-agricola-inegi/>
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI, 2017). *Anuario estadístico y geográfico de Puebla. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (México)*. p. 940. Recuperado de https://www.datatur.sectur.gob.mx/ITxEF_Docs/PUE_ANUARIO_PDF.pdf
- INEGI (2007). *Censo Agropecuario*. Recuperado de https://www.inegi.org.mx/programas/cagf/2007/default.html#Datos_abiertos
- Juárez, D. (2012). *Efecto de la Biota Edáfica en la Fertilidad del Suelo en el Sistema Milpa Intercalada en Árboles Frutales (MIAF)*. (Tesis de Doctorado). Campus Montecillo. Colegio de Postgraduados.
- Liebman, M. (1999). Sistema de Policultivos. En A. Altieri (Ed.), *AGROECOLOGÍA Bases científicas para una agricultura sustentable* pp. 191-202. Montevideo, Uruguay: Nordan-Comunidad: Recuperado de <http://agroeco.org/wp-content/uploads/2010/10/Libro-Agroecologia.pdf>
- Linares, E y Bye, R. (2011). La milpa no es solo maíz. en E. Álvarez-Buylla, A. Carreón, A. San Vicente, (Ed.), *Haciendo Milpa la protección de las semillas y la Agricultura Campesina*. pp 30-32. Ciudad de México Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) Recuperado de <http://www.semillasdevida.org.mx/pdfs/>.
- Maxwell, J. A. (1992). Understanding and Validity in Qualitative Research . *Harvard Educational Review*, 62: 279-300. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/284892180_Understanding_and_Velocity
- Mendoza, L. B. (2018). *Modelo de gestión empresarial para mejorar la rentabilidad de los productores de maíz de Temporal: el Caso de la Sociedad de Producción Rural Campo Lima*. (Tesis de Maestría). Colegio de Postgraduados, Campus Puebla.
- Mendoza, R., Cortes, J. I., Turrent, A., Parra, F. y Estrella, N. (2006). Proyectos de Investigación-Transferencia del Sistema Frutales-Cultivos Anuales en Puebla y Oaxaca, México. *X Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos*. Valencia, pp. 13-22 (no publicado).
- Mendoza, R., Hernández, R., Cortés, F. y Parra, I. (2011). Transferencia Tecnológica de Sistema Durazno Mejorado Intercalado con Cultivos Básicos en el Valle de Puebla. En: M. Bernal., V. Ramírez, *Investigación Interdisciplinaria para el Desarrollo Rural en Puebla y Tlaxcala. México*: Puebla de Zaragoza, Puebla Altres Costa-Amic Editores
- Molina-Anzures, M. F., Chávez, J. C., Gil, A., López, A., Hernández, E. y Ortiz. E. (2016). Eficiencias productivas de asociaciones de maíz, frijol y calabaza (*Curcubita pepo* L.), intercaladas con árboles frutales. *Revista Phytón. Revista Internacional de Botánica Experimental*. 85(1) pp 36-50 Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/311804939>
- Mollis, M (1998). *Teoría de la planificación*. Caracas, Venezuela: Editorial CEP-FHE-UCV. Recuperado de: <https://es.scribd.com>
- Muñoz, E., Santiago, H., Albino, R y Rivera, F. (2018). El sistema milpa intercalada con árboles frutales incrementa la eficiencia relativa de la tierra en una comunidad mazahua del Estado de México. *Cuadernos de Agroecología*. 13(1), Recuperado de <http://cadernos.aba-agroecologia.org.br/index.php/cadernos/article/view/59>

- Niño, E., Regalado, J. y Hernández, T. (1998). La asociación campesina independiente y sus relaciones con el Estado e instituciones *Regiones Revista Interdisciplinaria en Estudios Regionales*. (9), 62-72.
- Niño, E. (1995). Formación y Desarrollo de Sujetos Colectivos. Una Propuesta Teórica. En: C. Sánchez, F. Olivares Rodríguez, Tomás Martínez Saldaña y Rosa Mortera Gutiérrez (Ed.). *El Cambio en el Desarrollo Rural*. pp 277-297 Montecillo, Edo de México, Colegio de Postgraduados.
- Núñez, R., Regalado J. y Casiano, M. A (2012). *Manual del Cultivo del Tejocote en Puebla*. Puebla, Colegio de Postgraduados.
- Ortiz, J. B., Jiménez, S. L., Rendón, M. R., Díaz, J. J. (2016) Escuelas de campo en México: un análisis a partir de redes sociales. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 15, junio-agosto, 2016, pp. 2899-2907. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/2631/263146724001.pdf>
- Ojer, M., Reginato, G y Vallejos, F. (2011). *Varietades*. En M. Ojer (Ed.), Producción de duraznos para la industria. pp. 31-42. Mendoza, Argentina, Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo.
- Ramírez, J. y Méndez, J.A. (2007). Transformaciones agrarias y estrategias de reproducción campesina en el Soconusco, Chiapas. Fomix-Chiapas, Colegio de Posgraduados.
- Regalado, J., Pérez, N., Méndez, J., A. y Ramírez, J. (2013). Modelo de participación local en los procesos de innovación productiva e institucional en el municipio de San Pedro Tillatenango, Puebla. Actas del 17th International Congress on Project Management and Engineering Logroño. (no publicado) Recuperado de: http://dspace.aepro.com/xmlui/bitstream/handle/123456789/1065/CIDIP2013_1253_1264.pdf?seqce=1&isAllo
- Secretaría de Agricultura Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, Sagarpa (2012). *Agricultura Familiar con Potencial Productivo en México*. México, Sagarpa-FAO: Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-bc944s.pdf>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Semarnat (2020). Acuerdo por el que se establecen las Reglas de Operación del Programa de Conservación para el Desarrollo Sostenible (Procodes). Recuperado de: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5377608
- Sesento G. L. (2008). Modelo Sistémico Basado en Competencias para Instituciones Educativas Públicas. Tesis de Doctorado en Ciencias. Centro de Investigación y Desarrollo. Morelia, Michoacán. Recuperado de http://www.eumed.net/tesis-doctorales/2012/lsg/origenes_formacion.html
- Soriano, J., González, M., Jáuregui, J., Bravo, A., & Ramos, M. (2010). El conocimiento campesino en el manejo de los Recursos genéticos hortícolas en Andalucía y su utilidad para la Agricultura ecológica. Actas del IX Congreso SEAE de Agricultura y Alimentación Ecológica. Lleida (Cataluña), (no publicado)
- Torres, S., Huaraca, J., Pezo, L., Renzo, C. (2018). Asociación de cultivos, maíz y leguminosas para la conservación de la fertilidad del suelo. *Revista de Investigación: Ciencia, Tecnología y Desarrollo*. 4(1): 15-22. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/327169612_Asociacion
- Torres, J.P., Cortés, J.I., Turrent, A., Hernández, E., y Muratalla, A. (2008). Rendimiento de Fruto y Número de Ramas Principales en Árboles de Durazno Intercalados con Milpa. *Terra Latinoamericana*, vol. 26 núm. 3. pp. 263-273. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/573/57313050008.pdf>
- Turrent, A., Cortés, J.I., Espinosa, C. & Mejía, H. (2016). Cambio climático y algunas estrategias agrícolas para fortalecer la seguridad alimentaria de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. vol. 7, núm. 7, pp. 1727-1739. Recuperado de : <http://www.redalyc.org/pdf/2631/263149504019.pdf>
- Turrent, A., Cortés, J.I., Espinosa, A., Hernández, E., Camas, R., Torres, J., y Zambada, A. (2017). MasAgro o MIAF ¿Cuál es la opción para modernizar sustentablemente la agricultura tradicional de México? *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, vol. 8, núm. 5, junio-agosto, 2017, pp. 1169-1185. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias Estado de México, México. Recuperado de <http://agroeco.org/wp-content/uploads/2010/10/Libro-Agroecologia.pdf>