

06-001

LOW-COST TECHNOLOGICAL SOLUTIONS WITH LOCAL RESOURCES IN A COMPLEMENTARY AGRICULTURE MODEL

Díaz-Sánchez, Fernanda ⁽¹⁾; Cadena Iñiguez, Jorge ⁽¹⁾; Gómez-González, Adrián ⁽¹⁾; Ruiz-Vera, Víctor Manuel ⁽¹⁾; Morales-Flores, Francisco Javier ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Colegio de Postgraduados

In Mexico, there are various factors that limit the development of the rural population. They highlight the poverty that limits a life free of socioeconomic deprivations; migration, which forces the search for different opportunities, and climate change that causes drought affecting crops. In rural communities of the potosino-zacatecano semi-desert there are years without rainfall, and although the peasants generate experiences to deal with the changes, the strategies have not been enough. This has caused abandonment of plots and loss of local genetic resources of agrobiodiversity. A model of complementary agriculture (AgriCom) and conservation of low technological cost, using local resources, was designed to permanently produce nopal vegetables, prickly pear, and fodder (*Opuntia ficus indica*), figs (*Ficus carica*) and corn (*Zea mays*). Planting, production, and harvest times differ throughout the year, and, except for maize, they have low water-management requirements. With AgriCom, the inhabitants obtain economic income deferred over time, do not depend on seasonal corn crops and are self-employed. In a year of evaluation, the Equivalent Land Use showed higher productivity and commercial volume with the complementarity of crops. The nopales were successful and the corn did not prosper due to drought.

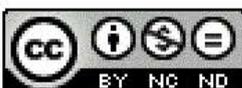
Keywords: AgriCom; semi-desert; complementary agriculture; local resource; production-conservation

SOLUCIONES TECNOLÓGICAS DE BAJO COSTO CON RECURSOS LOCALES EN UN MODELO DE AGRICULTURA COMPLEMENTARIA

En México, existen diversos factores que limitan el desarrollo de la población rural. Destacan la pobreza que limita una vida libre de carencias socioeconómicas; la migración, que obliga la búsqueda de oportunidades diferentes, y el cambio climático que provoca sequía afectando los cultivos. En comunidades rurales del semidesierto potosino-zacatecano se registran años sin precipitación pluvial, y aunque los campesinos generan experiencias para lidiar con los cambios, las estrategias no han sido suficientes. Lo anterior ha provocado abandono de parcelas y pérdida de recursos genéticos locales de la agrobiodiversidad. Se diseñó un modelo de agricultura complementaria (AgriCom) y conservación de bajo costo tecnológico, usando recursos locales, para producir permanentemente nopal verdura, tuna y forraje (*Opuntia ficus indica*), higo (*Ficus carica*) y maíz (*Zea mays*). Los tiempos de siembra, producción y cosecha difieren en el año y excepto el maíz, son de bajos requerimientos de agua-manejo. Con AgriCom, los habitantes obtienen ingresos económicos diferidos en el tiempo, no dependen de cosechas estacionarias del maíz y se auto emplean. En un año de evaluación, el Uso equivalente de la tierra mostró mayor productividad y volumen comercial con la complementariedad de cultivos. Los nopales fueron exitosos y el maíz no prosperó por sequía.

Palabras clave: AgriCom; semidesierto; agricultura complementaria; recurso local; producción-conservación

Agradecimientos: A la Comunidad El Carmen, Santa María del Rio, SLP, México



© 2023 by the authors. Licensee AEIPRO, Spain. This article is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

1. Introducción

En México, existen diversos factores que limitan el desarrollo de la población rural. Destacan la pobreza y la migración que privan a los actores de tener una vida libre de carencias socioeconómicas. La pobreza rural tiene una relación cercana con la seguridad alimentaria, ya que, si no existen ingresos o cosechas agrícolas no se puede acceder a los alimentos (Ramírez Juárez, 2022). Lo anterior ha provocado el abandono de los medios de producción (parcelas rurales) además de causar de manera indirecta la erosión de recursos genéticos locales, visto también como disminución de agrobiodiversidad ya que existe pérdida de cobertura vegetal y aumento de especies en extinción (Merino Pérez, 2019).

Entre los factores de pobreza se cuentan los cambios climatológicos, tales como la sequía que afecta notablemente a los territorios como una gran limitante. Estos cambios limitan el desarrollo agrícola sostenible no solo a nivel ambiental, sino que, con consecuencias económicas y sociales (Orduño Torres *et al.*, 2020). Aun cuando el cambio climático impacta a las sociedades urbanas y rurales, en el caso de la agricultura tradicional los efectos son percibidos de manera diferente por los campesinos, especialmente por la dependencia de la época de lluvias para los ciclos agrícolas (Altieri & Nicholls, 2008).

Una de varias alternativas para atenuar dichos impactos en la agricultura y con el fin de reducir el abandono rural, es la asociación de cultivos y el policultivo en la misma unidad de superficie, sobre todo con especies locales que demanden un bajo costo de manejo tecnológico, y registren mayor adaptación a condiciones agroclimáticas. Se ha registrado mayor estabilidad productiva en comparación al monocultivo, sobre todo cuando se presentan temporadas de sequía. Además, las variedades locales son menos afectadas por el estrés hídrico generado por la sequía, ya que utilizan mejor el agua disponible rindiendo más que las variedades externas bajo el mismo tipo de condiciones (Nicholls & Altieri, 2019).

Este tipo de agricultura puede obtener un mayor rendimiento por unidad de área, además de que se promueve el equilibrio biológico y se mantiene un flujo continuo de productos logrando estabilidad económica en las familias que a su vez satisfacen sus necesidades alimenticias (Gutiérrez Alzate, 2020).

1.1. Conceptos y definiciones

La pobreza es un tema amplio, complejo y de suma importancia; y su definición depende de quién lo maneje, según el CONEVAL (2016), en términos generales se dice que una persona está en situación de pobreza cuando tiene al menos una carencia social (en los seis indicadores de rezago educativo, acceso a servicios de salud, acceso a la seguridad social, calidad y espacios de la vivienda, servicios básicos en la vivienda y acceso a la alimentación) y su ingreso es insuficiente para adquirir los bienes y servicios que requiere para satisfacer sus necesidades alimentarias y no alimentarias.

Tradicionalmente la pobreza en el área rural se ha distinguido por tener un porcentaje más elevado con respecto al área urbana. En México, las localidades rurales son el 24.5% de la población nacional, de las cuáles el 32.3% están en pobreza y el 54% en pobreza

extrema (Scott *et al.*, 2019). Es por esto por lo que la atención a los habitantes rurales es necesaria con el fin de mejorar su calidad de vida, pues son considerados grupos vulnerables por sus carencias sociales (García-Sandoval *et al.*, 2020).

La migración no es un tema novedoso, pero en la actualidad, se ha abordado por temas de globalización atribuido a factores económicos, sociales, tecnológicos, entre otros, que estimulan la toma de decisión de migrar (Rangel, 2017). Una parte del enfoque central de los modelos de agricultura son reducir la pobreza y migración en áreas rurales. Sin embargo, los cultivos, tales como el maíz y otros granos básicos de la alimentación, junto con los precios bajos y controlados, hacen difícil que las familias rurales puedan vivir con justicia social. Para el caso de México, la migración hacia los Estados Unidos de América (E.U.A.) es un acto que reviste cierta “normalidad” sobre todo en provincias del centro y norte, donde coincidentemente los efectos por sequía son impactantes.

1.2. Agricultura complementaria

En el caso de agricultura de la asociación de cultivos y el policultivo en la misma unidad de superficie, se ha registrado mayor estabilidad productiva en comparación al monocultivo, sobre todo cuando se presentan temporadas de sequía (Altieri & Nicholls, 2008). Esto sucede gracias a la variedad de cultivos manejados.

Con el fin de diversificar para el beneficio del desarrollo rural se diseñó un modelo de producción y conservación de bajo costo tecnológico, usando recursos locales, denominado AgriCom (agricultura complementaria), la cual se define como módulos de producción agrícola e incluso pecuarios de menor escala, cuyos tiempos de siembra, producción y cosecha difieren en el transcurso del año, con el fin de que los habitantes rurales obtengan ingresos económicos diferidos en el tiempo, contrastando con la cosecha estacionaria de un único producto, con el beneficio del auto empleo, evitando, o limitando la migración.

En el caso de la “agricultura complementaria” (**AgriCom**), la cual se define como **el establecimiento de módulos de producción agrícola e incluso pecuarios de menor escala, cuyos tiempos de siembra, producción y cosecha difieren en el transcurso del año, con el fin de que los habitantes rurales que la realizan obtengan ingresos económicos diferidos en el tiempo, contrastando con la cosecha estacionaria de un único producto, con el beneficio del auto empleo, evitando, o limitando la migración** (Díaz-Sánchez *et al.*, 2022). Este modelo considera un conjunto de actividades agrícolas que tienen la finalidad de generar y desarrollar diversas fuentes de ingresos económicos y autoempleo.

La asociación de cultivos se compone de sistemas donde se encuentran dos o más especies vegetales sembradas en una misma área (Tamayo Ortiz & Alegre Orihuela, 2022). Estos son comunes dentro de los agroecosistemas, sobre todo cuando se tienen bajos insumos tecnológicos (Sarandón, 2002). Este tipo de asociaciones son importantes para conservar la salud del suelo favoreciendo su desarrollo natural y aumentar el uso equivalente de la tierra.

Un rasgo importante de la *AgriCom*, es que los módulos productivos son en sistemas

intensivos, con altas densidades, uso de sistemas de riegos de auxilio por goteo u otro que coadyuve al uso eficiente del agua (captación de agua de lluvia, almacenamiento en ollas de geomembrana), además del uso de especies vegetales locales con adaptación a las condiciones agroclimáticas donde se ubican las comunidades intervenidas social y técnicamente, y que puedan ser introducidas a un mercado; por ejemplo, el nopal (*Opuntia ficus-indica*), agaves (*Agave salmiana*) y yucas para harina industrial (*Yucca sp.*). Es por esto, que se considera importante la introducción de modelos de *AgriCom* en comunidades rurales, con la finalidad de diversificar la actividad productiva y económica de forma sostenible (ingresos semanales) junto con la generación de empleo local rural.

1.3. Planteamiento del problema

En el estado de San Luis Potosí, México, la pobreza en el medio rural y urbano es evidente, ya que se registra una desigualdad dentro de las actividades productivas y sociales (Hernández, 2016). De acuerdo con el INEGI (2020), el estado tiene una población total de 2,822,255 de los cuáles el 17.94% forma parte de la población no económicamente activa, catalogadas como personas dedicadas a los quehaceres del hogar. En el caso del municipio de Santa María del Río, se registra como población total 39,880, del cual el 21.76% recae en la situación antes mencionada. Dentro del medio rural, los hogares realizan diversas ocupaciones para obtener el ingreso necesario, estas van desde actividades agropecuarias y no agropecuarias, prestando servicios, o migrando al medio urbano (nacional o extranjero) (Yúnez Naude *et al.*, 2008). En este aspecto, el 24.2% de la población de Santa María del Río ha migrado específicamente falta de empleo (INEGI, 2020).

La agricultura dentro de las comunidades rurales del semidesierto potosino-zacatecano donde se han registrado años sin precipitación pluvial, es muy susceptible a ser afectada, y aunque los campesinos generan experiencia para lidiar con los cambios, las estrategias tradicionales no han sido suficientes para resistir. Por este tipo de factores se necesita **diversificar y proponer soluciones tecnológicas de bajo costo** para seguir trabajando en el desarrollo rural, el cual tiene una relación entre crecimiento económico y el bienestar dentro de las comunidades rurales, es decir, que además de implicar el ingreso de riqueza también se considera la calidad de vida siendo ésta la de mejorar educación, implementar valores sociales y ecológicos, entre otros (García-Sandoval *et al.*, 2020).

2. Objetivo del trabajo

Con base en lo anterior, el objetivo fue diseñar y evaluar un modelo de producción agrícola con base en la agricultura complementaria (AgriCom) para aumentar el uso equivalente de la tierra (UET), que promueva la diversificación de la actividad primaria para mejorar la economía local rural, bajo la hipótesis de que el nivel de asociación de módulos productivos como un sistema complementario permite la revalorización del suelo, agua y factor humano, favoreciendo la rentabilidad socioeconómica y ambiental.

3. Metodología

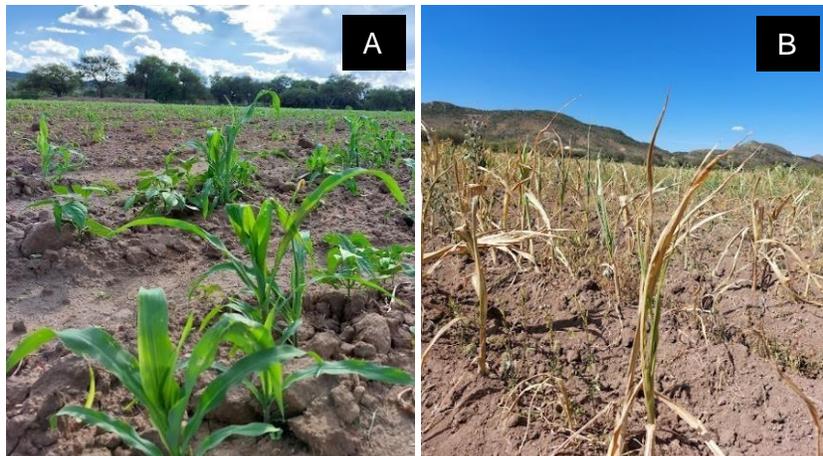
3.1. Área geográfica de intervención

El modelo *AgriCom* se ha venido desarrollando en la comunidad de El Carmen, Santa

María del Río, San Luis Potosí, México. Esta comunidad se encuentra en las coordenadas: longitud(dec): -100.665278 , latitud (dec): 21.590000 , a una altura de 1940 metros sobre el nivel del mar. En cuanto al clima, predomina el seco semi cálido y semi seco templado, la temperatura promedio es de $18.5\text{ }^{\circ}\text{C}$, con una máxima absoluta de $37\text{ }^{\circ}\text{C}$ y una mínima de $4.5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Se tiene una población de 380 personas de las cuales, 191 son hombres y 189 mujeres, de estos, el 27.63% de la comunidad se considera laboralmente ocupada (INEGI, 2020).

Las familias desempeñan diversas actividades para obtener remuneración, lo más común es ser jornalero agrícola o albañil. Los dueños de tierra siembran principalmente maíz (*Zea mays*L.), frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) y garbanzo (*Cicer arietinum* L.); además hay cría de ganado, sobre todo bovino, ovino y porcino, con la finalidad de autoconsumo o complemento del ingreso familiar. Es importante resaltar que a pesar de que estadísticamente la comunidad El Carmen indica hasta 362 mm anuales, en el año 2022 no se registraron lluvias, causando siniestro en las pocas siembras de maíz (Figura 1).

Figura 1: A: Siembra de maíz inicial en la comunidad El Carmen, Santa María del Río, SLP. B: Estado final de la planta por falta de lluvias en la comunidad. Esta Figura demuestra la falta de lluvias en la comunidad, provocando al maíz estrés hídrico evitando su desarrollo y provocando abandono de las parcelas rurales.



La importancia de diseñar, evaluar y validar un modelo de producción de alimentos que complemente las actividades regularmente realizadas, se basa en la escasa diversificación productiva y deficiente aprovechamiento del agua dentro de las comunidades rurales. Por lo tanto, esta investigación sobre modelos de agricultura complementaria busca innovar la producción y comercialización de alimentos, haciendo sostenible el autoempleo para mejorar el nivel de vida de los actores rurales involucrados mediante la diversificación productiva en comunidades rurales. Se considera que El Carmen puede ser una localidad útil para realizar la diversificación de actividades productivas.

La investigación constó de dos fases; la primera, denominada fase de campo en la comunidad rural mencionada para el diseño del arreglo espacial de los módulos productivos (Figura 2). Los módulos integran una unidad con cultivo de nopal en sistema

intensivo con riego por goteo; una de higo (*Ficus carica* L.), un módulo hidropónico (hortalizas de hoja) y un módulo de maíz. La segunda fase aborda un proyecto de agronegocio, donde se desarrolla la formulación de las etapas a seguir para lograr el evento de comercialización y formación de una empresa rural (Figura 3).

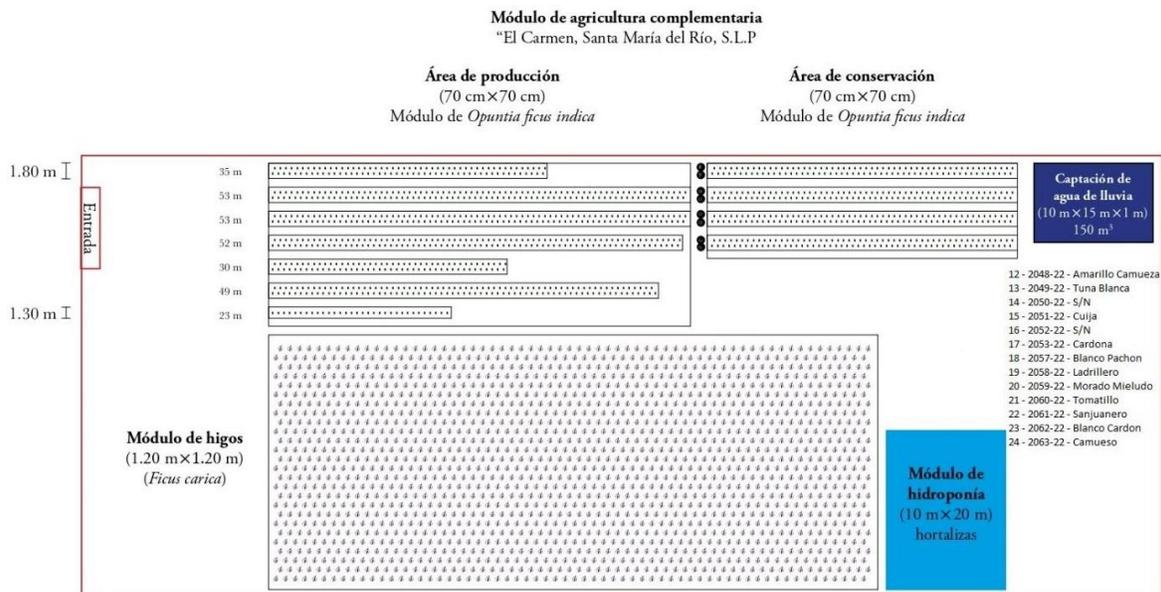
3.1.1. Uso Equivalente de la Tierra (UET)

Para determinar la eficiencia del cultivo se utilizó el uso equivalente de la tierra (UET) que es la sumatoria de dividir para cada cultivo el rendimiento del policultivo sobre el rendimiento del monocultivo de mayor valor económico. El resultado de esta ecuación no son valores reales de rendimiento, sino que son valores proporcionales que determinan la eficiencia del cultivo intercalado, y es idéntico al rendimiento total relativo (RTR), ya que está basado en los requerimientos relativos de la tierra para producir cultivos intercalados versus monocultivos (Mead & Willey, 1980). El uso equivalente de la tierra es una herramienta muy útil para evaluar los rendimientos obtenidos en sistemas asociados de cultivos en contraste con sistemas de monocultivo (Gliessman, 2002).

Para calcular el uso equivalente de la tierra se emplea la siguiente fórmula: $UET = \sum Y_{pi}/Y_{mi}$, donde UET = Uso Equivalente de la Tierra, Y_{pi} = Rendimiento en sistemas en asocio ($kg\ ha^{-1}$) e Y_{mi} = Rendimiento en cultivo solo ($kg\ ha^{-1}$). Gliessman menciona que un valor de UET igual a 1, indica que no existen diferencias entre rendimientos de los sistemas de cultivos evaluados.

En cambio, si se obtiene un valor mayor a 1, este indica que existe una ventaja para el sistema de asocio de cultivos. Esto quiere decir que existe una interferencia positiva entre los cultivos que componen el asocio, y también que cualquier competencia interespecífica no es tan negativa en comparación con la del monocultivo.

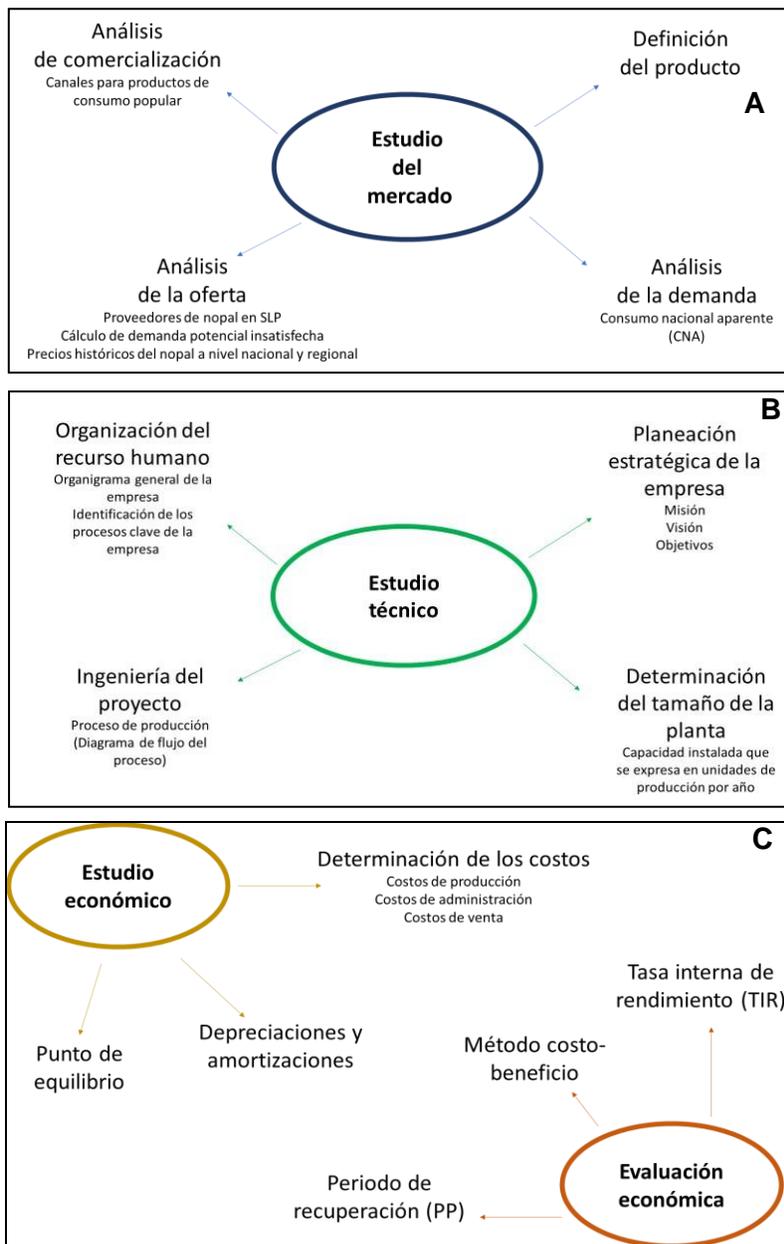
Figura 2: Arreglo espacial del modelo de agricultura complementaria (AgriCom) en El Carmen, Santa María del Río, SLP. Esta Figura demuestra el arreglo espacial de los cultivos en



parcelas de un productor de la comunidad.

Para atenuar la escasez de agua, el modelo cuenta con una olla de captación de agua de lluvia para riego por goteo de tal forma que la producción sea sostenible. La Figura 2 muestra el arreglo general de modelo *AgriCom*, donde se incluyen, además de las variedades de nopal para producción, algunas otras variantes biológicas de nopal recolectadas localmente que inician una disciplina entre los habitantes de conservación de recursos locales o endógenos.

Figura 3: Fases del proceso de formulación empleado para el proyecto de agronegocios del modelo *AgriCom*, en El Carmen, Santa María del Río, SLP. A: Estudio del mercado. B: Estudio técnico. C: Estudio y evaluación económica

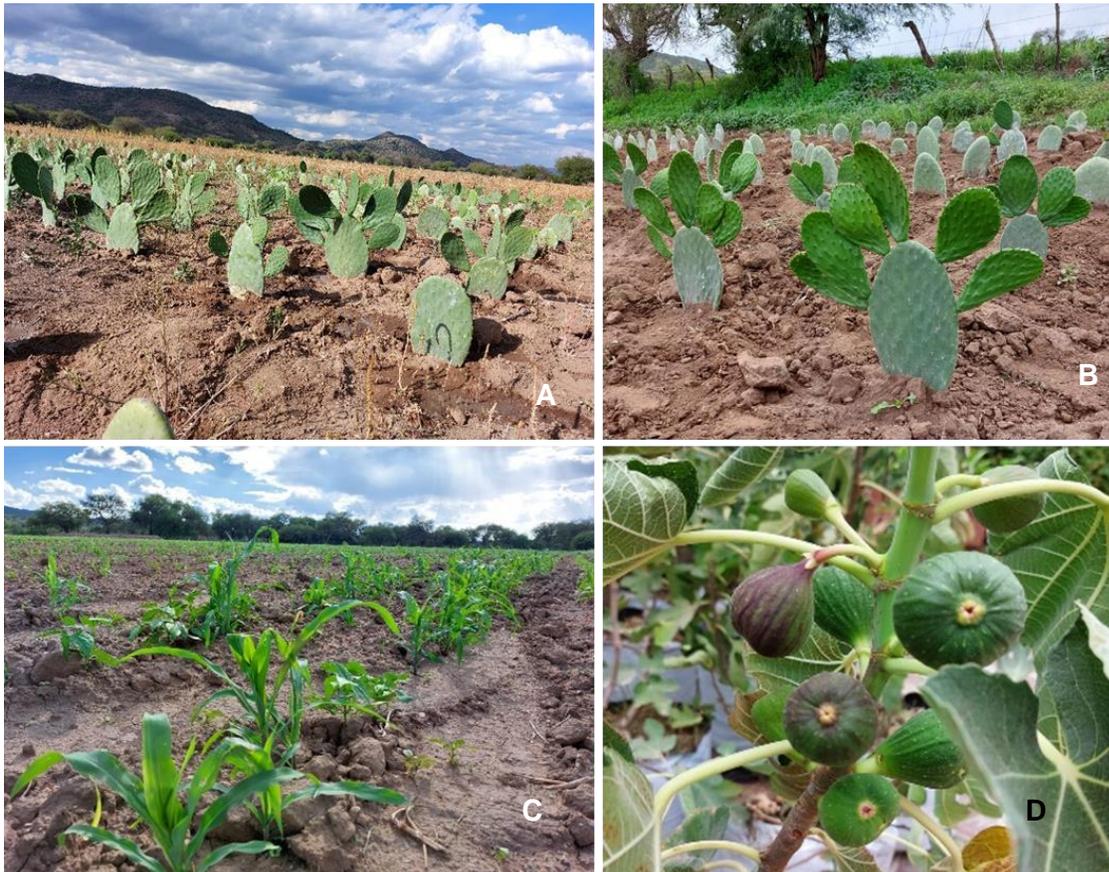


En primer lugar: el estudio de mercado que es necesario para cuantificar la demanda potencial insatisfecha de los productos; en segundo lugar: el estudio técnico se utiliza para el análisis técnico-operativo de un proyecto; en tercer lugar: el estudio y evaluación económica donde se analiza el proyecto en términos económicos y se realiza el cálculo de la rentabilidad del proyecto.

Este modelo de *AgriCom* produce nopal (*O. ficus indica*) para verdura, tuna y forraje, higo (*F. carica*) y maíz (*Z. mays*). Excepto por el maíz, los demás cultivos son permanentes y de bajos requerimientos de agua y manejo. Tiene como finalidad que los habitantes no dependan de cosechas estacionarias de un único producto como el maíz.

Es importante resaltar, que, para lograr la alta densidad de plantas de nopal por hectárea, el manejo agronómico que recibe destaca únicamente tres pisos (tres cladodios o raquetas) de tal forma que, al plantar el cladodio inicial (primer piso) se espera un segundo que hace la vez de estructura de producción para el tercer piso o cladodio, que es el único que se cosecha. Un cladodio produce una vasta cantidad de nopales (verdura) los cuales se cortanen estado inmaduro de acuerdo con las especificaciones del mercado, lo cual además estimula la emisión de nuevas yemas que generan nopales (Figura 4). Como variables de estudio, se evaluó en esta fase el rendimiento por unidad de área sembrada, velocidad de crecimiento de las plantas por variedad, cálculo del UET, además de un análisis gráfico inicial.

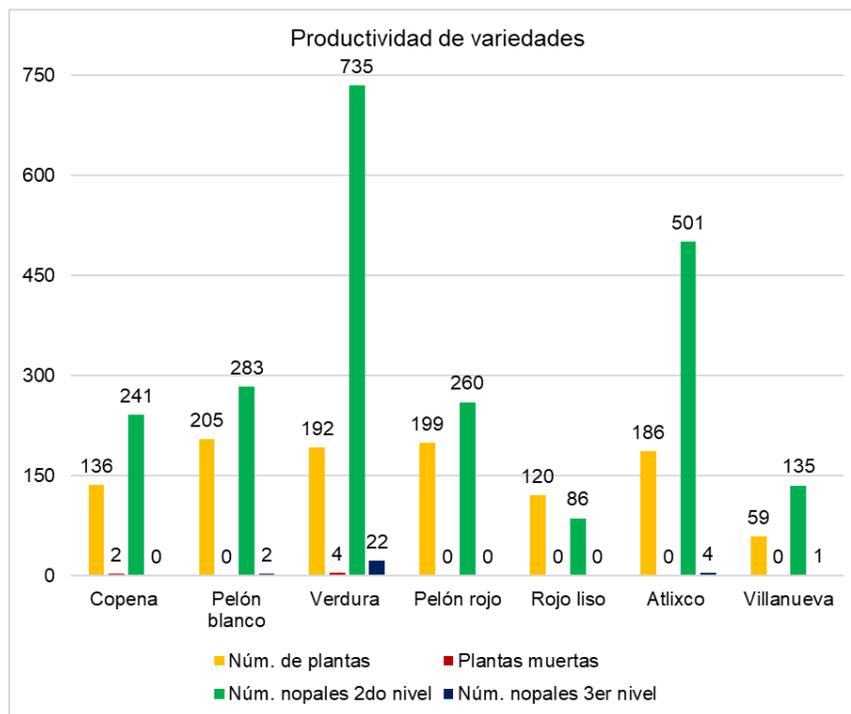
Figura 4: A-B: siembra intensiva de siete variedades de nopal (0.70 x 0.70 m) del modelo *AgriCom* con el primer y segundo piso. C: Siembra de maíz. D: Variedad de higo. En esta Figura se representa el cultivo del nopal con segundo piso, el maíz en su estado inicial gracias a las pocas lluvias de la temporada y los frutos del higo que se comercializarán.



4. Resultados y discusión

La Figura 5 muestra la producción de las variedades de nopal a ocho meses de establecido el modelo *AgriCom* y su proyección anual. La diversificación de actividades productivas es una estrategia para lograr un desarrollo rural tomando en cuenta los recursos que tienen los actores rurales (Román-Montes de Oca et al., 2020). La velocidad de producción de las variedades verdura y Atlixco son sobresalientes. Este ritmo de emisión de nopalitos es la cualidad más importante para lograr una producción sostenible, de tal forma que los habitantes tienen cosechas cada diez o quince días, y no dependen de una cosecha estacionaria como el maíz y frijol. Otra ventaja es que el nopal es tolerante a las bajas y ocasionalmente nulas precipitaciones, como ocurre en el área del semidesierto zacatecano-potosino.

Figura 5: Ritmo de emisión de nopalitos verdura de las variedades *Opuntia ficus-indica* a ocho meses de establecidas



En esta figura se representan las siete variedades de *Opuntia ficus indica* a ocho meses de su establecimiento, se puede observar que la variedad “Verdura” es la más productiva en la zona de estudio ya que, de acuerdo con los conteos, tiene un mayor número de nopales en segundo y tercer nivel. Otra variedad que resalta en los conteos es la “Atlixco”, demostrando buena adaptación a las condiciones de la zona. Recordando que el tercer nivel será el que se corte para su comercialización.

Las zonas áridas y semiáridas dependen del manejo adecuado de los recursos naturales y del desarrollo sostenible de sistemas productivos que se adapten a diversos factores, entre ellos a las altas temperaturas, degradación de suelos, su poca fertilidad y escasez de agua (Hernández et al., 2010), por ello la inclusión de nopal e higo. En la comunidad de estudio, el nopal (*O. ficus indica*) es una especie endógena, y por ello, se pueden integrar dentro del modelo *AgriCom*, ya que los ciclos productivos son permanentes (emisión de nopalitos) y así se puede favorecer al

ingreso familiar rural en un periodo de menor tiempo. Dado que el modelo es de bajo nivel de manejo en campo, los habitantes de la comunidad de El Carmen pueden desarrollar labores que complementen sus ingresos económicos a través de actividades que les permitan dedicar tiempo y esfuerzo reducido. La Tabla 1 muestra el Uso Equivalente de la Tierra de las variedades de nopal (*O. Ficus indica*) contra el rendimiento en un solo cultivo que es el maíz.

Tabla 1: Cálculo del Uso Equivalente de la Tierra (UET) utilizando las variedades de nopal (*Opuntia Ficus Indica*) y el monocultivo del maíz

Rendimiento en sistemas de asocio (nopal 7 variedades) t ha ⁻¹	Rendimiento en cultivo solo (maíz) t ha ⁻¹	UET
28.7 t ha ⁻¹	1 t ha ⁻¹	28.7 t ha ⁻¹

El cálculo del UET se realizó asociando las siete variedades de nopal como un policultivo contra el monocultivo del maíz. Este resultado resalta la ventaja que tiene el proyecto ya que el rendimiento es superior porque el nopal supervivió a pesar de las pocas lluvias registradas del año.

En este caso, existe una ventaja para el sistema de asocio de acuerdo con Gliessman. A este modelo falta incluirle el rendimiento del higo y las hortalizas de hoja, las cuales se incluirán en el cálculo del Uso Equivalente de la Tierra (UET) en el segundo ciclo de cultivo. Con base en ello, los cortes comerciales de nopal se darán a partir del mes de julio 2023, por lo cual en este primer manuscrito no se expresan datos de rentabilidad. La Tabla 2 muestra la estimación de rendimientos de las variedades de nopal (*O. ficus-indica*) proyectada con base en el ritmo de emisión registrado en ocho meses, considerando que durante el año 2022 no se registraron lluvias.

Tabla 2: Producción de las variedades de nopal (*Opuntia Ficus Indica*) a ocho meses de establecido el modelo *AgriCom*, y su proyección anual

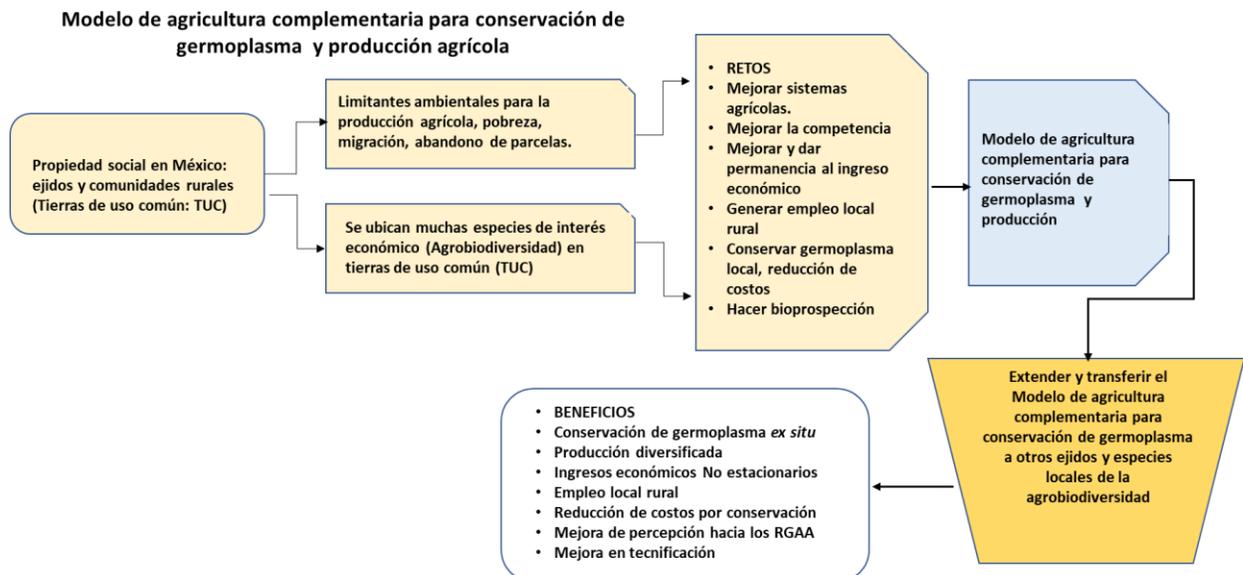
Varietal/cultivo	Área experimental (m ²)	Núm. Planta por área experimental	Plantas ha ⁻¹	Producción (8 meses) (Núm. Nopales)	Producción (ha ⁻¹) (Núm. nopales)	Producción (t ha ⁻¹ año ⁻¹)
Copena	35 x 1.80 m (63m ²)	136	21,587	241	38,253.97	3.825
Pelón Blanco	53 x 1.80 m (95m ²)	205	21,579	283	29,789.47	2.979
Verdura	53 x 1.80 m (95m ²)	192	20,211	735	77,368.42	7.737
Pelón Rojo	52 x 1.80 m (94m ²)	199	21,170	260	27,659.57	2.766
Rojo Liso	30 x 1.80 m (54m ²)	120	22,222	86	15,925.93	1.593
Atlixco	49 x 1.80 m (88m ²)	186	21,136	501	56,931.82	5.693

Villanueva	23 x 1.30 m (30m ²)	59	19,667	135	45,000.00	4.500
------------	------------------------------------	----	--------	-----	-----------	-------

Esta Tabla proporciona una proyección de cada una de las variedades acorde a la producción de 8 meses de nopalitas de segundo nivel. Se prevé que ésta incremente ya que la producción de nopales en tercer nivel se puede duplicar o hasta triplicar. Esta información nos sirve para la elección de una variedad más productiva.

Con base en lo anterior, este modelo de agricultura complementaria ha sido aceptado en el Banco de Soluciones Tecnológicas de Bajo Costo y/o Basadas en Recursos Locales, en la Plataforma de Acción Climática en Agricultura de Latinoamérica y el Caribe (PLACA), con la finalidad de que este modelo pueda ser implementado en más comunidades rurales. La Figura 6 muestra el modelo conceptual de transmisión-dispersión del *AgriCom* a otras comunidades rurales.

Figura 6: Modelo conceptual de transmisión del *AriCom* a otras comunidades rurales



El modelo tiene la ventaja de ser adaptable acorde a las condiciones del medio rural tomando en cuenta sus prioridades y limitantes con la finalidad de generar empleo local rural, conservar germoplasma local y la diversificación productiva.

4.1. Limitaciones y futuras líneas

El agua es un recurso valioso cuando se trata del sector agropecuario y en la zona del altiplano potosino-zacatecano las lluvias son escasas. Y aunque el nopal es el que más se adapta a estas zonas, se tendrían que realizar riegos auxiliares a todos los cultivos para lograr un buen desarrollo y obtener producto para venta. A futuro es importante continuar con la investigación de este modelo *AgriCom* para obtener más información y proponer modelos de negocio estables para cualquier proyecto agrícola y/o pecuario en conjunto. Es posible implementar gradualmente en las comunidades rurales que aceptan este modelo productivo especies de maguey (*Agave salmiana*) para la industria del mezcal (tequila) y las *Yucas* para obtener harinas para la industria cervecera y con ello promover la diversificación productiva y económica en el median plazo

5. Conclusiones

El modelo *AgriCom*, es una forma de manejo y producción de alimentos, además de bienes para comercialización que no son estacionarios como el cultivo del maíz y frijol. Las especies integradas en el modelo son locales y registran tolerancia a la escasez de lluvias. Este modelo permite la conservación de germoplasma vegetal local.

El modelo mejora las actividades de producción primaria en áreas con fuertes limitantes agroclimáticas. Reduce costos de producción, promueve el autoempleo y genera recursos económicos. Es posible que, con lo anterior, se registre en el mediano plazo una reducción de la migración y abandono de los medios de producción. El plan de negocio es fundamental para aceptación del modelo *AgriCom* como un proyecto rentable. La evaluación del proyecto es un apoyo para la toma de decisiones a corto, mediano y largo plazo. Este modelo ha sido aceptado en el Banco de Soluciones Tecnológicas de Bajo Costo y/o Basadas en Recursos Locales, en la Plataforma de Acción Climática en Agricultura de Latinoamérica y el Caribe (PLACA), para ser instalado en otras comunidades de Latinoamérica. Actualmente está establecido y entregado productores de la comunidad de El Carmen, Santa María del Río, San Luis Potosí, México, y servirá como centro de capacitación y demostración a más productores y familias interesadas.

6. Referencias

- Altieri, M. A., & Nicholls, C. (2008). Los impactos del cambio climático sobre las comunidades campesinas y de agricultores tradicionales y sus respuestas adaptativas. *Agroecología*, 3, 7–24.
<https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/95471>
- Díaz-Sánchez, F., Cadena-Iñiguez, J., Gómez-González, A., Ruiz-Vera, V. M., Morales Flores, F. J., & Bustamante-Lara, T. I. (2022). Modelo de producción y conservación de germoplasma (*AgriCom*) en una comunidad rural del semidesierto mexicano. *Agro-Divulgación*, 2(6), 13–18. <https://doi.org/10.54767/ad.v2i6.123>
- García-Sandoval, J. R., Aldape-Ballesteros, L. A., & Esquivel, F. A. (2020). Perspectivas del desarrollo social y rural en México. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*, 26(3), 45–55. <https://www.redalyc.org/journal/280/28063519011/28063519011.pdf>
- Gutiérrez Alzate, F. (2020). Practica Tradicional De Agricultura: Los Policultivos Como Estrategia De Sustento Economico Y Conservacion De Los Recursos Naturales in Situ En El Corregimiento De Santa Cecilia - Risaralda. *Universidad Católica de Pereira*, 1–22. <http://hdl.handle.net/10785/7154>
- Hernández, A. P. (2016). Reflexión sobre la pobreza rural en la región planicie huasteca del estado de San Luis Potosí, México / Reflection on rural poverty in the Huasteca plain region of the State of San Luis Potosi, Mexico. *CIBA Revista Iberoamericana de las Ciencias Biológicas y Agropecuarias*, 5(9), 68–88. <https://www.ciba.org.mx/index.php/CIBA/article/view/51>
- Merino Pérez, L. (2019). Crisis Ambiental en México: Ruta para el cambio. 1–282.
- Nicholls, C. I., & Altieri, M. A. (2019). Agroecological bases for the adaptation of agriculture to climate change. *UNED Research Journal*, 11(1), 55–61.

Orduño Torres, M. A., Kallas, Z., & Ornelas Herrera, S. I. (2020). Farmers' environmental perceptions and preferences regarding climate change adaptation and mitigation actions; towards a sustainable agricultural system in México. *Land Use Policy*, 99(June), 105031. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.105031>

Román-Montes de Oca, E., Licea-Resendiz, J. E., & Romero-Torres, F. (2020). Diversificación de ingresos de los productores como estrategias de desarrollo rural. *Entramado*, 16(2), 126–148. <https://doi.org/10.18041/1900-3803/entramado.2.6752>

Ramírez Juárez, J. (2022). Seguridad alimentaria y la agricultura familiar en México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 13(3), 553–565. <https://doi.org/10.29312/remexca.v13i3.2854>

Rangel, T. J. R. (2017). Migración Rural Jornalera En México: La Circularidad De La Pobreza. *Iberoforum. Revista de Ciencias Sociales de la Universidad Iberoamericana*, XII(23), 1–35. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=211053027001>

Sarandón, J. S. (2002). Agroecología: El camino hacia una agricultura sustentable.

Scott, J. S., Gutiérrez, A. G., & Chávez, C. C. (2019). Medición Multidimensional de la Pobreza Rural en México: acceso efectivo y nuevas dimensiones. (265.a ed., Vol. 39). Instituto de Estudios Peruanos. <http://repositorio.iep.org.pe/handle/IEP/9>

Tamayo Ortiz, C. V., & Alegre Orihuela, J. C. (2022). Asociación de cultivos, alternativa para el desarrollo de una agricultura sustentable. *Siembra*, 9, 23–56. <https://doi.org/https://doi.org/10.29166/siembra.v9i1.3287>

Yúnez Naude, A., González Andrade, S., Yúnez Naude, A., & González Andrade, S. (2008). Efectos multiplicadores de las actividades productivas en el ingreso y pobreza rural en México. *El trimestre económico*, 75(298), 349–377. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2448-718X2008000200349&lng=es&nrm=iso&tlng=es

