

# **COLEGIO DE POSTGRADUADOS**

---

**INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS**

**CAMPUS MONTECILLO**

**POSTGRADO EN AGROECOLOGÍA Y SUSTENTABILIDAD**



## **LOS AGROECOSISTEMAS DE MANGO EN LOS CAJONES MICHOACÁN Y SU FUNCIÓN EN EL DESARROLLO LOCAL SUSTENTABLE**

JORDAN ORDAZ GALLEGOS

**T E S I S**

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS

**MONTECILLO, TEXCOCO, ESTADO DE MÉXICO**

2019

La presente tesis titulada: **Los agroecosistemas de mango en Los Cajones Michoacán y su función en el desarrollo local sustentable** realizada por el alumno: Jordan Ordaz Gallegos bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

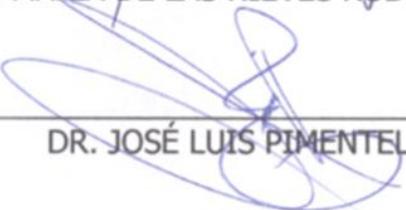
MAESTRO EN AGROECOLOGIA  
Y SUSTENTABILIDAD

CONSEJO PARTICULAR

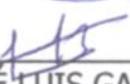
CONSEJERA

  
DRA. MARÍA DE LAS NIEVES RODRÍGUEZ MENDOZA

ASESOR

  
DR. JOSÉ LUIS PIMENTEL EQUIHUA

ASESOR

  
DR. JOSÉ LUIS GARCÍA CÚE

Montecillo, Texcoco, Estado de México, noviembre de 2019

# LOS AGROECOSISTEMAS DE MANGO EN LOS CAJONES MICHOACÁN Y SU FUNCIÓN EN EL DESARROLLO LOCAL SUSTENTABLE

Jordan Ordaz Gallegos, M.C.  
Colegio de Postgraduados, 2019

## RESUMEN

Con el objetivo de documentar si la producción de mango, influyen en el desarrollo local sustentable en la comunidad de Los Cajones Michoacán, se planteó esta investigación. A través de un enfoque mixto, en donde se utilizaron técnicas de investigación cualitativas y cuantitativas, mediante estadística descriptiva y correlaciones de Pearson fue posible obtener información sobre datos sociodemográficos, manejo agronómico del cultivo, características de los suelos, como influyen las huertas en los aspectos socioeconómicos de las familias y la comunidad, así como cuál era la percepción que había en los pobladores en torno a la estabilidad de esta por el manejo de las huertas. Al mismo tiempo se evaluaron tres diferentes sistemas de producción como estudio de caso, apoyado de indicadores *in situ* en calidad de suelo y manejo de la biodiversidad complementado por análisis de suelo en laboratorio. Como resultado se presenta un estudio etnográfico de la zona, y análisis del 40 % de las huertas de la localidad, donde en general se observa que los productores se encuentran satisfechos con su producción al recuperar la inversión en cada ciclo. A pesar que la mayoría hace un manejo convencional, no abusa de las dosis de fertilización, pero si usan herbicidas. La economía de Los Cajones se basa al menos en medio año en la producción de las huertas. No hay asociaciones ni cooperativas que integren a los productores. En el estudio de caso, la huerta de mango con manejo orgánico obtuvo en 2019 el doble de producción que la huerta convencional y la organomineral, a pesar que la calidad del suelo fue mejor en la huerta organomineral. Esta respuesta se debe principalmente al manejo que hace el productor de la fertilización foliar en la huerta orgánica. Los agroecosistemas de mango juegan un papel muy importante en la sustentabilidad de la comunidad.

**Palabras clave:** Desarrollo local, producción de mango, calidad del suelo

# MANGO AGROECOSYSTEMS IN LOS CAJONES MICHOACAN AND THEIR ROLE IN THE SUSTAINABLE LOCAL DEVELOPMENT

Jordan Ordaz Gallegos, M.C.  
Colegio de Postgraduados, 2019

## ABSTRACT

In order to document whether mango production influences sustainable local development in the community of Los Cajones Michoacán, this research was proposed. Through a mixed approach, where qualitative and quantitative research techniques were used, through descriptive statistics and Pearson's correlations, it was possible to obtain information on sociodemographic data, agronomic crop management, soil characteristics, how orchards influence the socioeconomic status of families and the community, as well as what was the perception in the residents of Los Cajones about the stability of the community by the management of the orchards. At the same time, three different production systems were evaluated as a case study, supported by *in situ* indicators on soil quality and complementary biodiversity management by laboratory soil analysis. As a result, an ethnographic study of the area is presented, and an analysis of 40% of the local orchards, where, in general, it is observed that the producers are satisfied with their production by recovering the investment in each cycle. Although most of producers do conventional handling, there is not an abuse of fertilization doses, but they do use herbicides. The economy of Los Cajones community is based, at least in half a year, on the production of the orchards. There are no associations or cooperatives that integrate producers. In this case of study, the mango orchard with organic management obtained twice as much production in 2019 as the conventional and organomineral orchard, although the soil quality was better in the organomineral orchard. This response is mainly due to the management of foliar fertilization in the organic orchard by the producer. Mango agroecosystems play a very important role in the sustainability of the community.

**Keywords:** Local development, mango production, soil quality

## DEDICATORIA

A mis padres:

Rosa María Gallegos Avila y Gilberto Ordaz Orobio

## AGRADECIMIENTOS

A Dios por cada una de las bendiciones que me ha obsequiado durante mi vida.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y al Colegio de Postgraduados que me dieron la oportunidad de continuar con mis estudios profesionales brindándome los recursos necesarios durante mi preparación en estos dos años.

A todo el núcleo académico de Agroecología y sustentabilidad por todos sus conocimientos y experiencias compartidas.

A usted Dra. María de las Nieves Rodríguez Mendoza por ser mi consejera e instruirme para una mejora de mi persona, así como de mi vida académica y profesional.

A Usted Dr. José Luis García Cúe por formar parte de mi consejo y aportarme valiosas herramientas e ideas para mi trabajo de investigación, así como todas las atenciones brindadas.

A usted Dr. José Luis Pimentel Equihua, por ser miembro de mi consejo y aportarme nutridos comentarios, observaciones y aportes a lo largo del proyecto de investigación.

A los productores de Los Cajones (don Manuel Zavala, don Genaro Arriaga y David “pelon”) por su amistad, sus conocimientos y por permitirme trabajar en sus huertas.

A todos y cada uno de mis amigos de Agroecología por su valiosa amistad obsequiada.

A todo el laboratorio de Génesis y Clasificación de suelos por su amistad.

## CONTENIDO

RESUMEN .....	iii
ABSTRACT .....	iv
LISTA DE CUADROS .....	ix
LISTA DE FIGURAS .....	x
I. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	2
1.2 OBJETIVOS .....	3
1.3 HIPÓTESIS .....	4
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
2.1 Agroecología como eje productivo .....	7
2.2 Concepción de agroecosistemas. ....	9
2.3 Componentes de los agroecosistemas .....	12
2.4 Estructura y función del agroecosistema .....	13
2.5 importancia del suelo en los agroecosistemas .....	14
2.6 Los suelos en la calidad y producción de alimentos .....	16
2.7 Desarrollo sustentable los sistemas agrícolas .....	19
III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	21
3.1 Descripción del área de estudio. ....	21
3.2 Investigación General .....	25
a) Método cualitativo. ....	26
3.2.1 Etnografía de Los Cajones Michoacán .....	27
3.2.2 Análisis del método cualitativo.....	28
b) Método cuantitativo .....	28
3.2.3 Manejo agronómico del mango y desarrollo sustentable de la comunidad....	28
3.2.4 Análisis de tres sistemas de manejo de huertas de mango en la comunidad de Los Cajones, Michoacán. Estudio de caso.....	32
a) Evaluación <i>in situ</i> de la sustentabilidad de las huertas.....	33
b) Análisis de las propiedades físicas y químicas del suelo .....	33

IV.	RESULTADOS OBTENIDOS Y DISCUSIÓN.....	37
4.1	Etnografía de Los Cajones Michoacán	37
4.2	Manejo agronómico sustentable del mango y desarrollo de la comunidad.	48
4.2.1	Datos sociodemográficos .....	48
4.2.2	Manejo agronómico del cultivo .....	51
4.2.3	Características de los suelos .....	55
4.2.4	Ámbito social .....	57
4.2.5	Actividad económica.....	59
4.2.6	Análisis de correlación de los datos.....	62
4.3	Análisis de diferentes sistemas de manejo de tres huertas de mango en la comunidad de Los Cajones, Michoacán	65
4.3.1	Calidad del suelo <i>in situ</i> de las tres huertas de mango.....	65
4.3.2	Manejo de la biodiversidad .....	69
4.4	Manejo realizado en huertas de mango de Los Cajones Michoacán	72
4.5	Elementos favorables a la agroecología y sustentabilidad de Los Cajones Michoacán	73
4.6	Diferencias en el manejo de las huertas de estudio	74
4.7	Análisis físico y químicos en huertas de mango	80
4.8	Contraste de resultados con hipótesis	86
V.	RECOMENDACIONES .....	87
VI.	CONCLUSIONES .....	88
VII.	LITERATURA CITADA.....	91
	ANEXOS .....	104

## LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Estructura del cuestionario aplicado a 61 productores de mango de la comunidad los Cajones, Michoacán y estadísticos usados para interpretarlos .....	29
Cuadro 2. Análisis físicos y químicos realizados a suelos en laboratorio.....	35
Cuadro 3. Cultivos de los Cajones Michoacán y los meses de producción.....	41
Cuadro 4. Principales plagas que afectan el cultivo de mango en la comunidad de Los Cajones Michoacán .....	54
Cuadro 5. Principales enfermedades que afectan el cultivo de mango en Los Cajones de Michoacán.....	54
Cuadro 6. Estadísticos descriptivos de los tipos de podas realizadas .....	55
Cuadro 7. Diversidad de suelos clasificados por los productores en las huertas de mango de los Cajones Michoacán .....	56
Cuadro 8. Fuente de ingresos alterno de los productores de mango en Los Cajones Michoacán .....	60
Cuadro 9. Principal destino de los ingresos económicos obtenidos de la producción de huertas de mango .....	61
Cuadro 10. Correlación de Spearman ( $\alpha=0.05$ ) .....	62
Cuadro 11. Variables seleccionadas por los productores para medir la calidad del suelo.....	67
Cuadro 12. Variables seleccionadas por los productores en el manejo de la biodiversidad y salud de los cultivos .....	70
Cuadro 13. Significancia estadística de huertas ( $P<0.05$ ) en las variables físicas y químicas de suelos obtenidos en huertas de mango bajo diferentes manejos en Los Cajones Michoacán.....	80
Cuadro 14. Valores medios de los parámetros químicos .....	82
Cuadro 15. Análisis químico de Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) y bases intercambiables en huertas de mango bajo diferentes manejos en Los Cajones Michoacán.....	83
Cuadro 16. Textura y clasificación de suelos en huertas de mango en Los Cajones Michoacán .....	84

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. La agroecología como ciencia, movimiento y práctica .....	8
Figura 2. Localización de la comunidad Los Cajones, del municipio Gabriel Zamora, Edo. de Michoacán.....	21
Figura 3. Climas predominantes en el ejido Sta. Casilda y en la localidad de Los Cajones, Michoacán.....	22
Figura 4. Hidrografía en el ejido Sta. Casilda y en la localidad de Los Cajones, Michoacán .....	23
Figura 5. Uso de suelo y vegetación en el ejido Sta. Casilda y en la localidad de Los Cajones, Michoacán.....	24
Figura 6. Métodos de investigación empleados en el análisis de la sustentabilidad de la comunidad Los Cajones Michoacán .....	26
Figura 7. Diferentes vistas de la comunidad de Los Cajones Michoacán. a) Auditorio deportivo, b) Centro de salud, c) Calle principal, d) Río de la comunidad	40
Figura 8. Cultivos que se trabajan en la comunidad de Los Cajones Michoacán. a) jamaica, b) sandía, c) caña de azúcar, d) carambolo, e) maíz, f) frijol .	43
Figura 9. Presa de derivación Cajones, ubicada en Los Cajones Michoacán.....	46
Figura 10. Presa Cajones y localidad de Los Cajones Michoacán.....	47
Figura 11. Canal principal y acequias ubicadas en la comunidad de Los Cajones Michoacán .....	48
Figura 12. Estado civil de los 61 productores de mango encuestados en la comunidad de Los Cajones Michoacán.....	49
Figura 13. Número de integrantes que dependen económicamente del productor en la comunidad de Los Cajones Michoacán .....	50
Figura 14. Fuentes alternativas de ingreso económico en las familias de la comunidad de Los Cajones Michoacán.....	51
Figura 15. Forma de adquisición de las huertas de mango por los productores en la comunidad de Los Cajones Michoacán.....	52
Figura 16. Ingresos obtenidos de la producción de mango en Los Cajones Michoacán.....	59

Figura 17. Resultados de la evaluación de la sustentabilidad del suelo in situ en tres huertas de mango en Los Cajones, Michoacán .....	68
Figura 18. Resultados del manejo de la biodiversidad en huertas de mango en Los Cajones Michoacán .....	71
Figura 19. Calendario agrícola de mango en Los Cajones Michoacán .....	73
Figura 20. Cultivo de mango Heidi y Kent en Los Cajones Michoacán .....	75
Figura 21. Riego rodado en huerta de mango en Los Cajones Michoacán.....	76
Figura 22. Don Manuel y familia en labores de la huerta de mango en Los Cajones Michoacán .....	77
Figura 23. Cultivo de frijol dentro de las melgas en huerta de mango en los Cajones Michoacán .....	78
Figura 24. Huerta de mango con integración de ganado .....	78

## I. INTRODUCCIÓN

México a nivel mundial está ubicado dentro de los principales productores de mango, ocupa el quinto lugar, y las exportaciones representan un porcentaje significativo para Estados Unidos, Canadá y Japón. En México durante 2017 se cultivaron 201,464.38 hectáreas de mango y se produjeron más de 1,958 millones de toneladas de fruta con un valor de la producción superior a los 7,434 millones de pesos (SIAP, 2018).

Michoacán es el quinto lugar en superficie cultivada y producción de mango, por debajo de Chiapas, Sinaloa, Nayarit y Guerrero. Contribuye con más de 152 mil toneladas producidas en más de 23 mil hectáreas por lo que aporta el 7.8% de la producción a nivel nacional (SIAP, 2018).

Gabriel Zamora es el principal municipio productor en el estado de Michoacán, con una superficie cultivada de 4,599.70 hectáreas. La diversidad de cultivares permite la producción durante los meses de febrero hasta agosto (SAGARPA, 2015; SIAP, 2018). En la historia de Los Cajones Michoacán, se ha presentado una sucesión de cultivos que va desde el arroz hace más de 50 años, pasando por hortalizas como melón, pepino y sandía (hace 20 años), y recientemente caña de azúcar, jamaica y maíz. La diversidad de agroecosistemas en la zona van desde monocultivos de maíz y hortalizas, hasta sistemas más complejos en su estructura y funcionamiento, que son huertas con mango como cultivo principal o asociado a frutales como guanábana, tamarindo, mamey, yaca, pomarroja, nanche, papaya y cítricos.

El sector agropecuario es la principal actividad económica que se desarrollada en la comunidad. La producción de mango, se matiza como la actividad primaria más importante, ya que es el cultivo con mayor superficie, destacando los cultivares Heidi, Kent, Tommy Atkins y Ataulfo. Así mismo, la mayoría de la producción se realiza bajo un manejo convencional, y una mínima cantidad se produce bajo el esquema de producción orgánica.

Después de la revisión de diferentes fuentes documentales se detectó que hay información dispersa y no precisa sobre la diversidad de cultivos en la Comunidad de los

Cajones además del mango. También hay pocos datos que permitan describir el impacto que produce el cultivo de mango en el núcleo familiar, la transmisión de conocimientos, desarrollo y la economía de la localidad de estudio.

De esta manera con el objetivo de documentar el valor ambiental, social y económico que gira en torno a la producción de mango, se planteó la siguiente pregunta de investigación. ¿Qué características y funcionamiento tienen las huertas de mango y cómo influyen en el desarrollo local sustentable en la comunidad de Los Cajones Michoacán?

Para responder la pregunta se planteó esta investigación, que se desarrolló en la comunidad. Esta fue abordada desde un enfoque mixto, el cual utiliza técnicas de investigación cualitativa e investigación cuantitativa, que permitió la obtención de los principales datos de manera relevante e identificó huertas como estudio de caso.

## **1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La sucesión de cultivos en la comunidad de Los Cajones, refleja la necesidad de los productores de encontrar un cultivo que mejore el ingreso familiar. El mango, que ha sido cultivado desde hace más de 30 años ahora se ha vuelto prioritario y el cultivo que mayor extensión cubre en la región. Los integrantes de la comunidad al menos por seis meses tienen la certeza de tener estabilidad económica, por la fuente de trabajo que se da en el corte y empaclado del mango. Los otros meses del año recurren a otras fuentes de empleo como el cultivo de maíz o algunos salen de la comunidad a buscar otra fuente de ingreso.

En la comunidad existen diferentes sistemas de producción de mango, prevalece y se incrementa en superficie el monocultivo convencional y sigue el monocultivo con asociación de ganadería. En menor área se establecen plantaciones de mango asociadas con otros frutales y sistemas de producción orgánicos. La mayoría de la producción se destina a las dos empacadoras importantes que se encargan del acopio en la región, o se destina a intermediarios con venta en pie de huerta. El precio de venta

en la producción varía considerablemente incluso aumenta o disminuye el valor de un día a otro, por lo que productores algunas de las veces optan por hacer aplicaciones foliares para madurar la fruta que previamente promovieron para adelantar la floración, y obtener mayor ingreso.

Además de los factores abióticos que intervienen en la producción, el productor se enfrenta a la necesidad de buscar apoyo económico a través de cajas de ahorro, apoyo de gobierno para poder iniciar el sistema de producción. Con la participación de mano de obra familiar o contratada. Es importante mencionar que casi no hay organización de los productores para conformar asociaciones o cooperativas que les permita obtener mayores beneficios a nivel de comunidad

Por lo que a través de la investigación se podrá verificar si los tipos de huertas y su manejo, influyen en la sustentabilidad de la comunidad.

## **1.2 OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

Caracterizar las huertas de mango, con base a la estructura y el funcionamiento para determinar si el agroecosistema influye en el desarrollo local en Los Cajones Michoacán.

### **Objetivos específicos**

1. Identificar los tipos de huertas de mango que se encuentran en la región de Los Cajones Michoacán.
2. Contrastar los diferentes manejos agronómicos que existen en las huertas de mango y su relación con las características productivas y socioeconómicas.
3. Describir los componentes, límites e interacciones que influyen en la producción de estos agroecosistemas.
4. Evaluar la sustentabilidad y calidad del suelo de huertas de mango con diferente manejo.

## **1.3 HIPÓTESIS**

### **Hipótesis general**

En Los Cajones, Michoacán existe una diversidad de agroecosistemas que participan en el desarrollo local sustentable.

### **Hipótesis particulares**

1. En la comunidad existe una alta diversificación de huertas de mango que promueven la economía familiar.
2. Los productores mediante técnicas de manejo modifican adelantando cosechas para obtener un mayor ingreso económico a través de la comercialización.
3. La producción estará en función de los componentes y las interacciones que se den en el agroecosistema.
4. Los productores realizan diferentes estrategias de manejo de acuerdo a su disponibilidad de recursos para asegurar su producción.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

El modelo agrícola a escala mundial se caracteriza por elevados niveles de pobreza en el sector rural, migración, hambre y conflictos ambientales que son intensificados por el cambio climático. Con la intención de "erradicar" tales problemáticas en países en vías de desarrollo, países hegemónicos desarrollados promovieron una transición hacia un sistema agrícola, apoyado por la ciencia positivista mediante el uso de tecnología moderna (Dussi y Flores, 2018; Chilón, 2017).

Si bien es cierto que la revolución verde consiguió aportar un aumento en la producción e intensificación, así como la disponibilidad de los alimentos, a la par también obtuvo resultados negativos como pérdida de la agrobiodiversidad, problemas de salud humana, contaminación de suelos, eutrofización de lagos, ríos y áreas marinas, uso cada vez mayor de agrotóxicos. Se incrementó el uso de energía y los precios de fertilizantes, haciéndolos de difícil e insuficiente alcance a pequeños productores (Wezel *et al.*, 2014; Drogué y Lafrance 2012).

En gran parte del mundo la agricultura se ha ido modificando en los patrones de cultivo, hasta el punto que se ha generado una simplificación y el desplazamiento de la biodiversidad dentro de los sistemas de producción, promoviéndose sistemas de monocultivos, que si bien al convertirse en ecosistemas artificiales uniespecíficos, constantemente requieren del hombre para el incremento de rendimientos y su mantenimiento (Giménez *et al.* 2013).

En México no es la excepción que de igual manera que otros países han estado inmersos al proceso de globalización y sujeto a las políticas neoliberales, ocasionando una baja rentabilidad del campo mexicano, incremento en la pobreza rural y la explotación desmedida de los recursos naturales. Durante la mitad del siglo XX se impulsó el modelo de agricultura especializada, con fuerte dependencia de agroquímicos y semillas mejoradas, modelo que no ha sido capaz de abastecer la demanda interna de alimentos, y consigo acarrea indeseables efectos sobre los ecosistemas naturales. (Schmitter-Soto, 2016).

La modernización agrícola además de los costos sociales, económicos y ecológicos provocados en el país, permitió que de una forma corrupta los recursos estuvieran concentrados en un puñado de titulares que no fueron capaces de producir alimentos necesarios para la población en expansión, mientras tanto la presión cayó en las zonas de agricultura tradicional que, al verse limitadas en recursos financieros y tecnológicos, no pudieron hacer frente a la ineficiencia agrícola del sistema productivo mexicano (Pedroza, 2018).

La agricultura tradicional perdió valor al ingreso de la industrialización en el campo, la adquisición y aplicación de nuevas tecnologías y técnicas. También se desvalorizó el trabajo del campesino y se aspiró a la ocupación de productor o agricultor industrial. Se intensificó la necesidad de poseer más tierra para incrementar las ganancias de la productividad (Jarquin *et al.*, 2017).

No obstante, de acuerdo con las características de los modos de apropiación de la naturaleza, se considera que la agricultura campesina tiene un menor impacto sobre los ecosistemas y posee una amplia flexibilidad y creatividad para readecuar las estrategias, sobreponiendo las identidades socioculturales donde el medio ambiente y la biosfera permanece por encima del sistema social, y este último por encima del sistema económico (Cáceres *et al.* 2010; Vara y Cuéllar, 2013).

Las comunidades campesinas manejan de distintas formas sus agroecosistemas y las decisiones que toman se ven influenciadas por factores endógenos y exógenos que hacen que adopten o se adapten a nuevas circunstancias tecnológicas y estrategias para mejorar sus condiciones de vida. Varios autores consideran a los agroecosistemas como, unidades de análisis en donde confluyen distintos tipos de procesos ecosistémicos (flujos energéticos, ciclos materiales) como de las relaciones socioeconómicas (Altieri y Nicholls, 2009).

Sin embargo, con el transcurso de las décadas este ha sufrido ciertas modificaciones en su interpretación, producto de las corrientes sociales dominantes y las corrientes económicas que han afectado desde escalas muy pequeñas como la parcela de un productor, hasta los sistemas globales en la producción de alimentos (Armida, 2010).

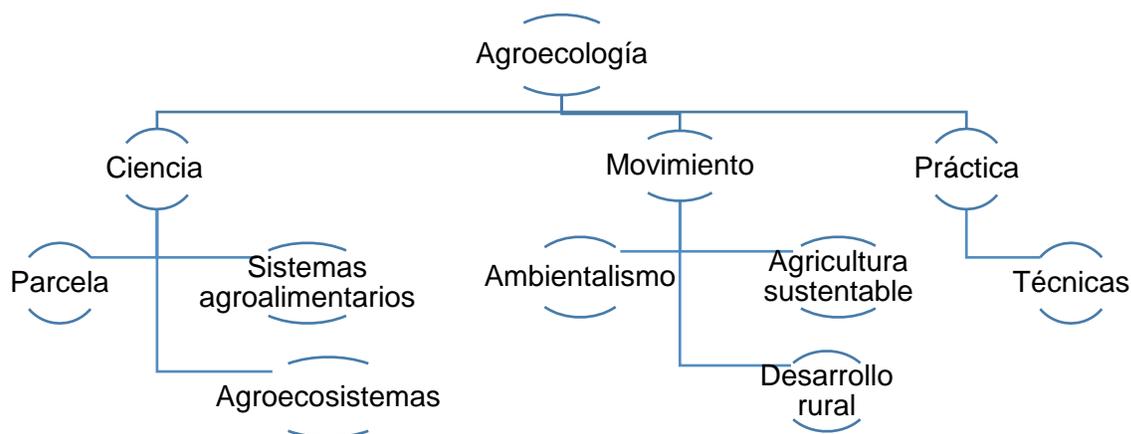
## 2.1 Agroecología como eje productivo

La agroecología conceptualizada desde la percepción científica, es una disciplina que hace uso y aplicación de los conocimientos de distintas ciencias como; la agronomía, ecología, sociología, etnobotánica y una gran diversidad de ramas afines, mediante las cuales toma los elementos desde una visión holística y sistémica. Como parte fundamental hace uso del componente ético en la generación y revalorización de conocimientos tradicionales, así como la validación y aplicación de estrategias adecuadas para el diseño, manejo y evaluación de agroecosistemas sustentables (Dussi y Flores, 2018).

Wezel *et al.*, (2009), consideran dos etapas históricas de la agroecología, por un lado, desde el surgimiento de la palabra. Propuesta por Bensin, un agrónomo ruso que describiría los métodos ecológicos en sus investigaciones con cultivos de plantas, seguido por el alemán Tischler quien publicaría artículos y el primer libro con el término de agroecología.

La segunda etapa cuando comienza a surgir como movimiento y práctica (Figura 1). Por una parte, incrementó la aplicación de la ecología en la agricultura a consecuencia de la intensificación y especificación que promovía la revolución verde. Surgiendo así grupos de ambientalistas e investigadores en contra de la agricultura industrial y las repercusiones que causaba. Las prácticas agrícolas tradicionales de los países en desarrollo, comenzaron a reconocerse y a servir como referentes por desarrollar una forma más ecológica y sustentable de producción (Wezel *et al.*, 2009: Gliessman 2002).

Hecht, en 1999 asevera que, como ciencia y práctica no son surgimientos actuales, son tan antiguos como la propia agricultura. La define como el enfoque ambiental y social, que además de contemplar la producción, también hace énfasis en la sostenibilidad ecológica del sistema productivo. Por lo tanto, la agroecología al reconocer la complejidad de las agriculturas locales da un nuevo enfoque al desarrollo agrícola. En este sentido incorpora propiedades de la sustentabilidad, seguridad alimentaria, estabilidad biológica, conservación de los recursos, equidad y una mayor producción (Altieri y Nicholls, 2000).



**Figura 1. La agroecología como ciencia, movimiento y práctica**

En América Latina surge una forma alternativa a la agricultura industrializada, y de acuerdo a varios autores, esta alternativa es un cuerpo teórico que contiene las bases científicas para arremetir la lucha por la seguridad alimentaria. Agroecología estudia y propone respuestas a los problemas complejos, a través de prácticas agrarias que se basan en los conocimientos tradicionales o ancestrales, una promoción de la diversidad biológica y cultural, autonomía de parte de los productores, y la conservación y manejo adecuado de los recursos naturales (León-Sicard, 2012).

El argumento de la agricultura industrial es que ha aumentado los rendimientos, pero se ha hecho a enormes costos, mediante un extensivo daño a los suelos, una alta pérdida de biodiversidad e impactos negativos sobre nutrición, soberanía alimentaria y los recursos naturales. La agroecología se compromete con la complejidad, ya que la agricultura industrial busca eliminar la biodiversidad. La agroecología depende y construye a partir de ella, la convencional contamina y degrada, la agroecología regenera y restaura a través de su trabajo con la naturaleza y no en su contra (Farrelly, 2016).

Caporal y Costabeber (2004) señalan que la agroecología debe entenderse como un nuevo enfoque más amplio, que reemplaza la concepción exclusivamente técnica por una que incorpora la relación entre la agricultura y el ambiente global, al mismo tiempo que las dimensiones sociales, económicas, políticas, éticas y culturales.

Guzmán *et al.*, (2000), complementan este concepto diciendo que además, parte de una serie de premisas metodológicas para desarrollar, integrar y mejorar las prácticas que respondan a sus principios, los cuales abarcan un enfoque holístico y sistémico, una mirada multidisciplinaria, entendiendo que los sistemas sólo pueden entenderse a través de las perspectivas que aportan diferentes áreas del conocimiento, una investigación-acción participativa, en que los agricultores son sujetos y no sólo objetos del proceso de investigación.

## **2.2 Concepción de agroecosistemas.**

El hombre a lo largo del tiempo ha estado manejando los sistemas agrícolas, principalmente para la producción de alimentos y fibras, por lo que las tierras agrícolas pueden proporcionar una amplia gama de bienes y servicios a la sociedad (Garbach *et al.*, 2014).

El agroecosistema tiene mayor correspondencia epistémica con la agronomía ecologizada por tratarse de un objeto de estudio codificado, ordenado, manipulado, calculado, optimizado, para la productividad y el rendimiento, cuya dimensión ecológica le atribuye interrelaciones armónicas con la naturaleza (Lugo y Rodríguez, 2017).

Desde el surgimiento de la definición de agroecosistema propuesto por Odum, quién los conceptualizo como ecosistemas domesticados, término intermedio entre un ecosistema natural y uno construido (Wezel *et al.*, 2009), se han interpretado por diferentes autores varias propuestas del termino agroecosistema, que esto mismo ha variado en el tiempo y desde la disciplina propuesta.

Hernandez (1977) menciona que los agroecosistemas no son más que un ecosistema que es aprovechado por el hombre para volverlo productivo a beneficio de él. Y de este ecosistema se debe contemplar los aspectos, socioeconómicos, ambientales y tecnológicos para obtener un mejor provecho.

Un agroecosistema puede modificarse con base en sus productos o según los subsistemas de los que se componen. Aplicando el concepto de sistemas jerárquicos a un proceso de producción agrícola, se genera un conjunto de sistemas agrícolas

relacionados jerárquicamente, donde existe interacción tanto vertical como horizontal. Cada nivel jerárquico es un conjunto funcional de subsistemas, donde los productos de un subsistema pueden ser los insumos de otro (Hart, 1987).

Por su parte Gliessman (2002), hace referencia al agroecosistema como un sitio de producción agrícola visto como un ecosistema, y que además desde este enfoque, los sistemas de producción de alimentos en su totalidad, junto con el complejo conjunto de entradas y salidas y las interacciones en sus partes, pueden ser analizadas.

Desde una perspectiva Gonzáles (2011), expresa que para la agroecología son de suma importancia al ser la unidad de análisis o espacio de observación, y es definido como un trozo de naturaleza que puede ser reducido a una última unidad con arquitectura, composición y funcionamientos propios. Que posee un límite teóricamente reconocible, desde una perspectiva agronómica, para su adecuada apropiación por parte de los seres humanos. Igualmente, para León-Sicard (2012) el agroecosistema es el concepto central de la agroecología, su objeto de estudio, su razón de ser, y es la ciencia que estudia los agroecosistemas desde el punto de vista de sus interrelaciones culturales y ecosistémicas.

Tomich *et al.*, (2011) lo interpretan como un ecosistema terrestre manejado por humanos, ante todo para producir alimentos, donde las personas se benefician mediante los bienes y servicios ecosistémicos que nos proporciona. En este sentido, son un tipo particular de ecosistemas orientados a la producción a partir de la tierra, de bienes materiales útiles a los seres humanos (Jardón, 2018).

Y el agroecosistema al ser un ecosistema mantenido a través de subsidios energéticos, esto en etapas tempranas de la sucesión y el conceptualizarse desde una visión sistémica, es fundamental por lo que deben visualizarse como sistemas ecológicos asociados a variables socioeconómicas. Que tienen por fin la producción de bienes y servicios de importancia económica (Sarandón y Flores, 2014).

León-Sicard (2012), hace una definición del agroecosistema como el conjunto de relaciones e interrelaciones entre suelos, climas, plantas cultivadas, organismos de distintos niveles tróficos, plantas adventicias y grupos humanos en determinados

espacios físicos y geográficos. Que son enfocados desde el punto de vista de sus flujos energéticos y de información, de sus ciclos materiales y sus relaciones simbólicas, sociales, económicas y políticas, que se expresan en distintas formas tecnológicas de manejo dentro de contextos culturales específicos.

Bohan *et al.*, (2013) reintegra que los agroecosistemas por lo regular han sido tratados a manera de cultivos y a su vez como monocultivos, en asociación con algunas especies residentes de los campos como las plantas e invertebrados. Pero estos son más que eso, ya que son mucho más diversos y ocurre dentro de ellos interacciones ecológicas entre los individuos, poblaciones entre especies. Inclusive dentro y entre las comunidades y grupos funcionales esto a través de los campos de cultivos y otros hábitats naturales y seminaturales.

Pero Nahmad (2011), conceptualiza al agroecosistema a un nivel local-comunitario, esto es a cada unidad territorial administrada por una comunidad, que se entiende como una unidad de individuos cohesionada por lazos de parentesco y afinidad que ocupa un territorio delimitado jurídicamente, y es diferente política y territorialmente de otras comunidades. Además, mediante los procesos culturales en los que la identidad relativa a la pertenencia de un grupo familiar o comunitario, diferencia a los individuos de los distintos grupos comunitarios.

Por lo que es importante determinar y definir a que nivel se entenderá el agroecosistema, ya que el concepto aplicado a una unidad geográfica pequeña se entiende que debe de tomarse en cuenta las interacciones entre las personas, los recursos naturales y la producción de alimentos dentro de un predio o un campo específico. Sin olvidar que al ser sistemas abiertos reciben insumos de afuera como productos de sistemas externos (Prager *et al.*, 2002)

En la actualidad hay una amplia gama de autores que hablan acerca del agroecosistema y la agroecología, Todos concuerdan en que el objetivo fundamental es diseñar y manejar agroecosistemas que sean productivos y que conserven los recursos naturales, esto mediante el desarrollo de sistemas de cultivo con dependencia mínima de agroquímicos e insumos energéticos.

### **2.3 Componentes de los agroecosistemas**

Desde 1985 Robert D. Hart define como los componentes de un sistema a los elementos básicos (la materia prima) del sistema, y la interacción que hay entre los componentes. Describe qué es lo que otorga las características de la estructura al sistema, y así como hay interacción, tiene entradas y salidas del sistema y estos son los flujos que entran y salen de la unidad. Prager *et al.*, (2002) lo mencionan, que al agroecosistema al ser la unidad ecológica principal, contiene componentes abióticos y bióticos donde hay una interacción entre si y en esta se procesan los elementos químicos y el flujo de energía.

Los componentes del agroecosistema son los que se relacionan con el área ecológica e interactúan entre ellos como son cultivos, animales, árboles, suelos, etc. de una manera en que las interacciones temporales y espaciales entre estos componentes se transformen en rendimientos derivados de las fuentes internas, reciclaje de nutrientes y materia orgánica, de las relaciones tróficas entre las plantas, insectos, patógenos, y que resalten sinergias como lo podrían ser el control biológico. (Altieri y Nicholls, 2000).

Sarandón (2014), se refiere a que son sistemas muy complejos ya que en ellos forman parte componentes biológicos, que interactúan con componentes socioculturales y estos componentes biológicos se agrupan en la función que desempeña cada uno como productor; las plantas y su rol es fijar carbono por medio de la fotosíntesis, consumidores; necesitan de los productores para subsistir y son herbívoros y carnívoros. También están los detritívoros o descomponedores; que se alimentan de tejido muerto, y estos son los microorganismos, así como los meso y macroorganismos.

Los componentes de los agroecosistemas pueden dividirse o darse un enfoque de acuerdo al sistema productivo ya que el manejo se desarrollaría de diferente manera para algunos de ellos. Esto conlleva a los componentes de manejo básicos realizados desde el enfoque agroecológico señalaría las siguientes;

Cubierta vegetativa como medida efectiva de conservación del suelo y el agua, mediante el uso de prácticas de cero-labranza, cultivos con acolchados, uso de cultivos de cubierta, abonos verdes.

Adición regular de materia orgánica mediante la incorporación constante de abono orgánico y compost para la promoción de la actividad biótica del suelo.

Mecanismos de reciclado de nutrientes mediante el uso de rotaciones de cultivos, sistemas de mezclas cultivos/ganado, sistemas agroforestales y de cultivos basados en leguminosas, policultivos.

Regulación de plagas asegurada mediante la actividad estimulada de los agentes de control biológico, alcanzada por la manipulación de la biodiversidad y por la introducción y/o conservación de los enemigos naturales, implementación de diversidad de plantas el cual promueve de funciones benéficas.

#### **2.4 Estructura y función del agroecosistema**

Hart (1985) menciona que la estructura está dada por la comunidad biótica y la relación con los componentes ambientales, se forman subconjuntos y la interacción de estos subconjuntos forma arreglos en el tiempo y en el espacio generándose una estructura espacial.

El arreglo en el tiempo y espacio que tienen los componentes de los subsistemas son diferentes para cada zona porque intervienen variables como el clima, el suelo, relaciones económicas, estructura social, e historia, y los factores son de tipo; físicos, biológicos, socioeconómicos y culturales. (Restrepo, *et al.*, 2000).

La interacción que hay entre los componentes bióticos y físicos hacen que funcione como un sistema y cada subsistema tiene un rol fundamental y el desempeño que da en él es por los flujos de energía, los materiales y la información que entra y sale, función que desempeña cada componente al momento de entrar al sistema. Gliessman, (2002). Así como el proceso dinámico que ocurre en su interior, como lo es el movimiento de materia y energía las interacciones y relaciones de organismos y materiales del sistema.

## 2.5 importancia del suelo en los agroecosistemas

El desarrollo y sobrevivencia de las civilizaciones está basado en el trabajo de los suelos para proveer alimentos, fibras y bienes esenciales para los humanos. Entre las funciones del suelo, destaca la función productiva, por lo que la capacidad de producir biomasa vegetal es primordial. Esta función permanece asociada muy de cerca con la seguridad alimentaria, demandas energéticas e hídricas, balance de carbón y cambio climático (Mueller *et al.*, 2010).

El suelo posee una gran diversidad de características biológicas, químicas y físicas con una variabilidad espacial y temporal. Así mismo al cambiar el clima, se afectan estas características provocando serias consecuencias para el bienestar de las personas, quienes dependemos de la inmensa gama de bienes y servicios ambientales regulados por el suelo (Jones *et al.*, 2009).

SOER, (2015) menciona que el suelo al ser un sistema clave de soporte vital para el planeta, es responsable de las principales funciones ecológicas y muchas otras tales como;

- Suministro de agua y nutrimentos para el crecimiento de plantas en la producción de alimentos.
- Regulación del ciclo del agua,
- Ciclo de nutrientes, secuestro de carbón y regulación de gases de efecto invernadero.
- Captura de contaminantes (capacidad buffer).
- Fuente de materias prima.
- Preservación de la herencia cultural.
- Habitación para plantas y animales, manteniendo su diversidad genética y biológica.
- Soporte de asentamientos humanos, provee una base para edificios e infraestructuras, disposición de residuos y estabilidad.

También diversos autores enfatizan que el manejo agroecológico del suelo favorece varios servicios ecosistémicos como sumidero de carbono, conservación de la biodiversidad el aumento de la capacidad de almacenamiento y disponibilidad de agua (Palm *et al.*, 2014), mejora la estructura y estabilidad de agregados (Zhang *et al.*, 2007),

de igual manera promueve la regulación del pH, mayor Capacidad de Intercambio Catiónico, e incremento de la materia orgánica, así como de los nutrientes disponibles, por tales razones es importante la implementación y uso de prácticas agroecológicas ya que, es una estrategia para conservar y mejorar el equilibrio ecológico de los sistemas productivos (Contreras *et al.*, 2019).

Sin embargo, en la actualidad está seriamente amenazado por la práctica de sistemas de producción inadecuados o mal aplicados (Nicholls y Altieri, 2012). De igual manera la industrialización y urbanización han generado una gran cantidad de desechos que se incorporan al suelo, provocando afectación en su fertilidad y modificación en sus procesos naturales (SEMARNAT, 2008).

La fertilidad de un suelo es la cualidad que permite proporcionar los compuestos apropiados en las cantidades necesarias, y el balance adecuado para el crecimiento de plantas. Esto indica que está determinada por sus propiedades químicas, físicas y biológicas, que se encuentren en las proporciones óptimas o ligeramente arriba o debajo de los contenidos adecuados (NOM-021-RECNAT-2000).

El manejo del suelo es esencial para el sustento de las plantas cultivadas, la sostenibilidad de las producciones agrarias, la supresión de plagas entre otros aspectos relevantes (Vázquez y Fernández, 2011). De este modo la evaluación de la fertilidad del suelo es útil para determinar el potencial productivo, identificar los factores edáficos que pueden limitar dicho potencial, y así establecer el efecto de diversas prácticas de manejo en la dinámica nutrimental edáfica (Castellanos *et al.* 2000).

El enfoque agroecológico, considera la fertilidad como la capacidad de un suelo de cultivo de mantener de manera perdurable, un nivel de producción estable y de calidad, conservando un estado de alta estabilidad frente a los procesos que promueven su degradación además de un alto grado de resiliencia. Frente a una amplia gama de condiciones agroambientales, socioeconómicas y culturales (Labrador, 2008).

Por tal motivo una agricultura alternativa busca un principio importante, de acuerdo con lo planteado por Blanco-Lobaina *et al.*, (2013) y Nicholls *et al.*, (2015), que es la mejora en la transformación de las propiedades físicas y químicas además de la funcionalidad

biológica del suelo, debido a que la habilidad de un cultivo de resistir o tolerar el ataque de insectos plagas o enfermedades está ligada a las propiedades biológicas de este recurso.

Esto aumentaría la productividad de suelo y favorecería el secuestro de carbono, mientras reduce las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmosfera, tanto por una menor oxidación del carbono orgánico del suelo, como por un menor consumo de combustibles fósiles (Mitchell *et al.*, 2017; Busari *et al.*, 2015). Desde una perspectiva económica, los agricultores se beneficiarían directamente, con ingresos cada vez mayores, que además al ahorro de tiempo y trabajo mejoraría el nivel de vida familiar (Peiretti y Dumanski, 2014).

En México las comunidades campesinas poseen un conocimiento muy importante sobre el manejo del ambiente, la agrobiodiversidad y la conservación de los recursos naturales, esto ha permitido que a través del tiempo hayan surgido diversidad de estrategias para afrontar las variaciones climáticas y los efectos que conlleva y a su vez manteniendo la base de sus recursos de la que depende la producción (Roge *et al.*, 2016).

## **2.6 Los suelos en la calidad y producción de alimentos**

La disponibilidad de los alimentos depende de los suelos, ya que no podría producirse alimentos sanos y de calidad si los suelos no cumplen con estos parámetros. Durante los últimos 50 años el desarrollo de la tecnología agrícola y el aumento de la demanda por la población que va creciendo de una manera exponencial, han ejercido una presión sobre los suelos, provocando agotamiento de los suelos poniendo en riesgo la capacidad productiva y la posibilidad de prevalecer productivos durante futuras generaciones (FAO, 2015).

El segundo capital más importante de un país es el suelo, anteponiéndose los recursos humanos. En el suelo se basa la producción vegetal y animal, por lo tanto, la producción de alimentos para los seres humanos depende del mismo, ya que, sin él, la vida sería muy limitada aun y cuando existen avances biotecnológicos para la producción de

alimentos, entre ellos la hidroponía, no logra remplazar en calidad, cantidad o variedad de productos que de él se derivan (Salgado y Nuñez, 2012).

El rendimiento de un cultivo es afectado por diversos factores, entre ellos uno de los más importantes la disponibilidad de nutrimentos esenciales para las plantas. Cuando estos no se encuentran en cantidades adecuadas, es necesario adicionar fertilizantes químicos, orgánicos o enmiendas con la finalidad de suplir las necesidades de los cultivos y corregir condiciones adversas (SAGARPA, 2015).

El análisis de suelos agrícolas se recomienda para determinar sus propiedades físicas y químicas a fin de conocer su fertilidad. Lo que permite tomar decisiones sobre la cantidad de fertilizante para cada cultivo, la aplicación de cal y otras enmiendas o sobre el manejo general para mejorar las propiedades tendientes a incrementar la cosecha (Salgado-García *et al.* 2013).

Esta herramienta reúne una serie de parámetros que en su conjunto darán un resultado, y mediante la experiencia del personal técnico o responsable de campo, darán una interpretación a los resultados obtenidos. Posteriormente se procede a diseñar un plan de fertilización, de acuerdo al tipo de suelo, tipo de cultivo y sistema de producción (Miretti *et al.* 2012).

Pilatti y Orellana (2012) plantean que el suelo ideal para la producción de alimentos además de sostener físicamente a los cultivos, les permite crecer, desarrollarse y cumplir normalmente las funciones vitales indispensables para llevar al máximo los niveles de producción a través del tiempo, por lo que conllevaría a manejar un agroecosistema productivo y sustentable, enlistan cuatro funciones que son; a) intermediario, b) proveedor, c) habitad y d) estable.

a) Actúa como intermediario entre la oferta meteorológica y la demanda de los cultivos, en cuanto al aporte de agua, oxígeno y radiación. Por lo tanto, se pretende que el suelo no afecte un suministro hídrico normal y que amortigüe si suceden efectos de excesos y deficiencias.

b) Debe proveer nutrimentos orgánicos y minerales en cantidad y oportunidad acorde con las exigencias del cultivo durante su ciclo de vida.

c) Debe construir un hábitad adecuado para las raíces y los organismos benéficos de la biota edáfica, compatible con los límites de tolerancia ambiental de cada cultivo.

d) Debe de ser estable respecto de las propiedades necesarias para cumplir con las anteriores funciones. Por lo que hacen referencia a la integridad y permanencia del suelo, sin pérdida de material por erosión ni desgaste por el uso.

Los suelos conformados por propiedades fisicoquímicas que le otorgan características especiales cumplen un rol fundamental cada una de ellas de acuerdo a las diferentes clasificaciones de suelos que existen, las propiedades se encuentran estrechamente relacionadas unas con otras.

Mediante la estructura se afecta directamente la aireación, el movimiento del agua en el suelo, la conducción térmica, el crecimiento radicular, y la resistencia a la erosión, conformándose la estructura por tres grupos de partículas como arena, limo y arcilla, las cuales se asocian para formar agregados. El agua cumple una función importante ya que ayuda a la formación de la solución y la precipitación de minerales y sus efectos en el crecimiento de plantas.

La textura del suelo hace referencia a la proporción de componentes inorgánicos de diferentes formas y tamaños de arena, limo y arcilla. Esta propiedad es importante porque influye como factor de fertilidad y en la habilidad de retener agua, aireación, drenaje y contenido de materia orgánica

La materia orgánica cumple una vital importancia, de acuerdo a la FAO (2015) es el producto de descomposición biológica *in situ* que afecta de manera positiva las propiedades químicas y físicas, así como la salud general de los suelos. Su composición y tasa de degradación afecta a la estructura y porosidad de los suelos, la tasa de infiltración de agua y la capacidad de retención de humedad, la diversidad y la actividad biológica de los organismos terrestres y la disponibilidad de nutrientes para las plantas.

La Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) es la medida de cantidad de cargas negativas presentes en la superficie de los minerales y componentes orgánicos del suelo y es la cantidad de cationes que las superficies puede retener. Los niveles de CIC indican

la habilidad de los suelos para tener cationes, disponibilidad y cantidad de nutrientes a la planta.

El pH determina el grado adsorción de iones ( $H^+$ ) por las partículas del suelo e indica si un suelo es ácido o alcalino. Indicador principal para disponibilidad de los nutrientes para las plantas, lo cual influye en la solubilidad, movilidad, disponibilidad, y de otros constituyentes y contaminantes inorgánicos presentes en el suelo.

## **2.7 Desarrollo sustentable los sistemas agrícolas**

El concepto de sustentabilidad ampliamente aceptado de manera formal en la sociedad actual se formuló mediante el concepto de desarrollo sostenible del informe Brundtland. En 1987, la Comisión Brundtland de Naciones Unidas en su informe "nuestro futuro común" definió el desarrollo sustentable como "aquel desarrollo que permite cubrir las necesidades presentes sin comprometer la habilidad de las generaciones futuras para cubrir sus necesidades" (Álvarez, 2009).

Reconoció que el concepto de desarrollo sustentable debía ir más allá que el aspecto ambiental, ya que también debería de considerarse el bienestar humano, el bienestar ecológico y sus interacciones, Padilla (2004) menciona que los sistemas agropecuarios requieren inevitablemente de un consumo de capital natural irracional que no podría mantenerse en un mediano y largo plazo haciendo al sistema insostenible.

Bautista *et al.*, (2004) refiere la sostenibilidad ecológica como las características fundamentales para la supervivencia que deben mantener los ecosistemas a través del tiempo en cuanto a componentes e interacciones. El punto de partida para el desarrollo es la productividad del sistema, son sus limitados recursos y capacidad para absorber los impactos negativos, por lo cual se requiere entre otros aspectos, de los recursos agua y suelo, que son básicos para la vegetación, la que a su vez sustenta a las demás formas de vida.

Es la medida de la habilidad de un agroecosistema para mantener la producción a través del tiempo, en presencia de repetidas restricciones ecológicas y presiones socioeconómicas. La productividad de los sistemas agrícolas no puede ser aumentada

indefinidamente. Los límites fisiológicos del cultivo, la capacidad de carga del hábitat y los costos externos implícitos en los esfuerzos para mejorar la producción imponen un límite a la productividad potencial.

Este punto constituye el "equilibrio de manejo", por lo cual el agroecosistema se considera en equilibrio con los factores ambientales y de manejo del hábitat que produce un rendimiento sostenido. Las características de este manejo balanceado varían con diferentes cultivos, áreas geográficas y entradas de energía, por lo tanto, son altamente "específicas del lugar".

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Descripción del área de estudio.

##### *Ubicación*

La comunidad de Los Cajones se encuentra localizada en la zona denominada como Tierra Caliente, como su nombre lo indica, al ser el rasgo más sobresaliente y central de este espacio geográfico. Es un Valle que se extiende en el Occidente del estado de Michoacán, entre el Eje Neo-volcánico al norte y la Sierra Madre del Sur (Thiebaut, 2011). Perteneciente al municipio de Gabriel Zamora (Lombardía), y formadora parte del núcleo ejidal Santa Casilda (Figura 2).



**Figura 2. Localización de la comunidad Los Cajones, del municipio Gabriel Zamora, Edo. de Michoacán**

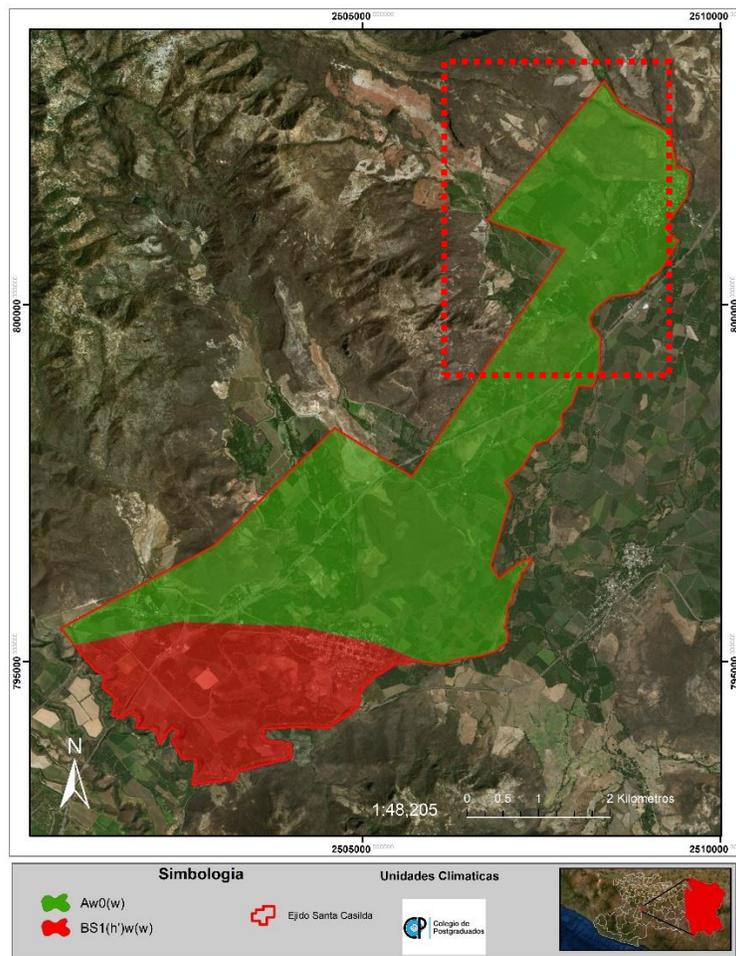
El estado de Michoacán ocupa el décimo sexto lugar en superficie nacional, abarcando un total de 58,836.95 km<sup>2</sup>, equivalentes a 3% de la superficie total del país. Así mismo, comprendiendo el 0.72% de la extensión estatal el municipio de Gabriel Zamora en el estado de Michoacán, con una extensión territorial de 426.98 km<sup>2</sup>.

Las colindancias de la cabecera municipal se delimitan al norte con Nuevo Parangaricutiro, Uruapan y Tarétan, al éste con Nuevo Urécho, al sur con Francisco J. Mujica y al oeste con Parácuaro. La distancia de la comunidad a la cabecera municipal

es de 19 kilómetros y se ubica a una posición geográfica de 19°12'34.5" N y 101°54'47.9" W.

### **Clima**

El clima presente es de tipo cálido subhúmedo con lluvias en verano Aw, y una variación de temperaturas que oscilan de 22 a 35 grados centígrados. La precipitación pluvial anual varía de 700 a 800 milímetros (Figura 3), la temporada de lluvia se presenta principalmente entre los meses de junio a octubre (INEGI 2017).



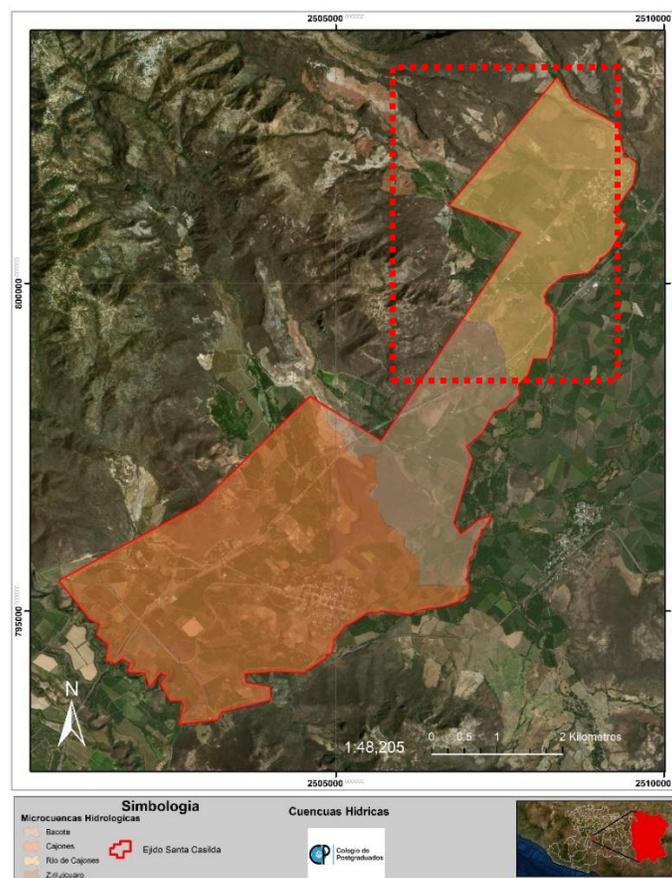
**Figura 3. Climas predominantes en el ejido Sta. Casilda y en la localidad de Los Cajones, Michoacán**

## ***Fisiografía***

Las provincias fisiográficas en las que se ubican la localidad, conformadas principalmente por el Eje Neovolcánico Transversal y la Sierra Madre del Sur. En este sentido se encuentran divididas en subprovincias, conformadas por las depresiones del río Balsas al oriente y la del río Tepalcatepec al poniente. Las topoformas son correspondientes a sierra y llanura (INEGI, 2009).

## ***Hidrografía***

Los ríos Lerma y el Balsas son las dos arterias principales con las que cuenta el estado de Michoacán en su red fluvial. El sistema hidrográfico del cual se abastece la comunidad es el denominado Sistema del Sur, por su posición geográfica (Figura 4). En este sistema se ubica la cuenca del río Tepalcatepec, aunado las subcuencas; Rincón de León, río Acumbaro y río Cajones (INEGI 2017).



**Figura 4. Hidrografía en el ejido Sta. Casilda y en la localidad de Los Cajones, Michoacán**

## Geología

La base geológica está determinada mayoritariamente de rocas de origen volcánico, principalmente extrusivas, las cuales están presentes en la mayor parte de la región.

## Uso de suelo y vegetación

En el municipio, gran extensión está destinada al uso agrícola (41.7%), también cuenta con selva baja caducifolia (38.16%), bosque tropical no maderable (13.39%) con matorrales de diversas especies, así como pastizales (3.92%), y zona urbana (2.47%) (Figura 5). Con una diversidad de suelos como Leptosol (41.02%), Vertisol (29.51%), Phaeozem (12.57%), Luvisol (7.16%), Cambisol (5.28%), Regosol (1.41%) y Fluvisol (0.30%) (INEGI, 2009).

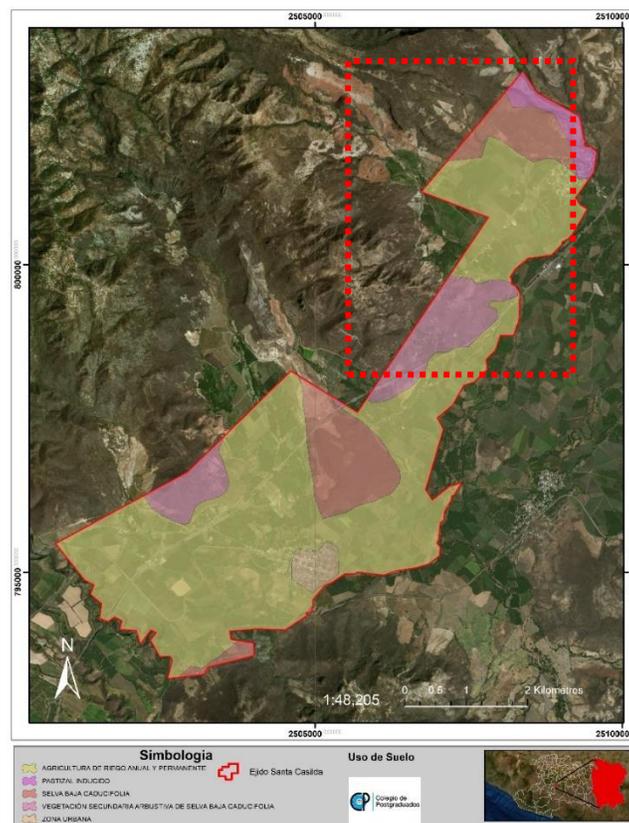


Figura 5. Uso de suelo y vegetación en el ejido Sta. Casilda y en la localidad de Los Cajones, Michoacán

En el ejido de Santa Casilda, conformado en 1945 y dotado por una superficie de 2,690.945.164 ha, las tierras otorgadas fueron destinadas a la parcelación, de uso común

y para el asentamiento humano, todas ellas distribuidas a lo largo de la extensión ejidal, y cada una de las rancherías formando actualmente el ejido.

El suelo dominante en la localidad es de tipo Vertisol, que es un suelo rico en limos, pero con gran cantidad de rocas y un drenaje deficiente. Se caracteriza por su alto contenido de arcilla, su uso agrícola es extenso, variado y productivo, son suelos muy fértiles, pero con dureza y tienen baja susceptibilidad a la erosión y alto riesgo de salinización.

El tipo Leptosol también se encuentra y son suelos muy delgados, pedregosos poco desarrollados que pueden contener una gran cantidad de material calcáreo. Su potencial agrícola se limita por su escasa retención de humedad debido a lo somero del suelo alta cantidad de afloramientos rocosos, aunque tienen una capa superficial rica en materia orgánica (INEGI 2009).

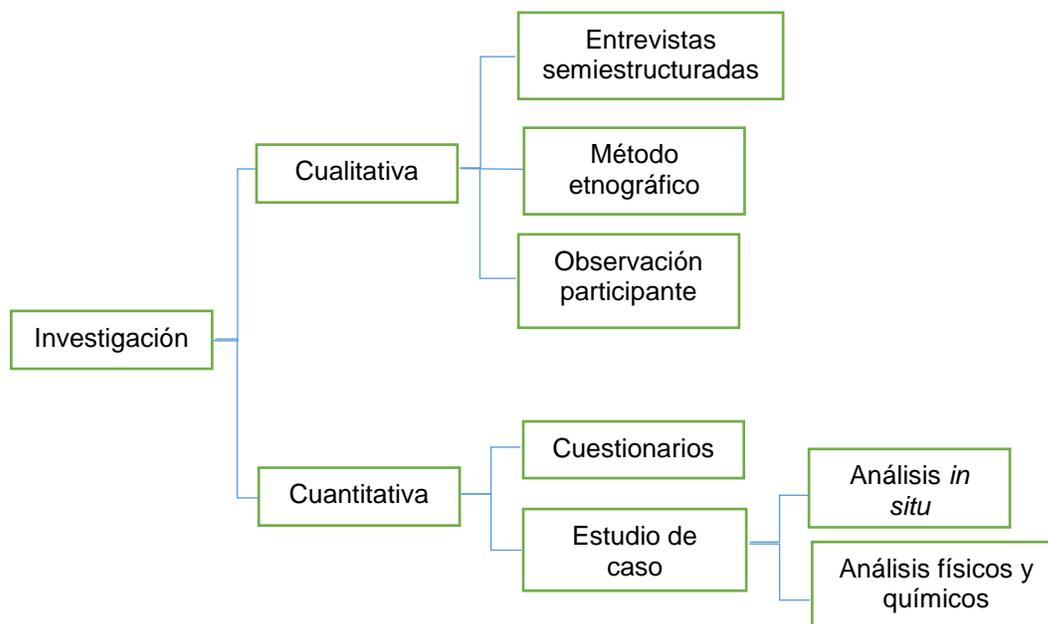
### ***Información sociodemográfica.***

Los Cajones está catalogado por SEDESOL (2013) como una zona con un alto grado de marginación y con un bajo grado de rezago social. El total de la población es de 1029 habitantes, de los cuales 511 son del género femenino y 518 masculino, que se encuentran habitando 268 casas distribuidas en toda la comunidad.

La principal actividad económica se deriva de la producción agropecuaria, por la parte agrícola gran parte de la región se dedica a la producción frutícola, en especial al cultivo de mango, y en menor cantidad a los cultivos de guanábana, guayaba, cítricos y carambolo. La principal actividad pecuaria es la producción bovina y en menor cantidad la caprina.

## **3.2 Investigación General**

Para poder estudiar la sustentabilidad en la comunidad de los Cajones Michoacán, la investigación se direcciono bajo un enfoque mixto, que consta de la combinación de métodos y técnicas del enfoque cuantitativo y cualitativo (Hamui-Sutton, 2013), con el fin de obtener una visión más amplia del fenómeno a estudiar (Chaves-Montero, 2018). Los métodos se sintetizan en la Figura 6.



**Figura 6. Métodos de investigación empleados en el análisis de la sustentabilidad de la comunidad Los Cajones Michoacán**

Hernández-Sampieri *et al.*, (2014) la define como la conjunción de procesos sistemáticos, empíricos y a su vez críticos de la investigación, aunado a esto también conlleva una recolección y análisis de datos cuantitativos y cualitativos, así como la integración y discusión de ambos para lograr un entendimiento más profundo del fenómeno en estudio.

El uso y la combinación de ambas metodologías puede contribuir a los puntos fuertes y neutralizar las limitaciones en cada una de las metodologías utilizadas de manera independiente, aunque puede generar desventajas y ventajas cada una de ellas, al combinarlas se obtiene un estudio más sólido y mejores inferencias con esta investigación mixta (Pole, 2009).

### **a) Método cualitativo.**

La investigación cualitativa provee detalles más a fondo de los datos, dispersión, riqueza, interpretativa, contextualiza el ambiente o entorno y proporciona detalles y experiencias únicas, que a su vez aborda desde un punto de vista holístico a los fenómenos y con flexibilidad Hernández-Sampieri *et al.*, (2014). A si mismo los estudios cualitativos

ayudan a la comprensión de la racionalidad de los actores de estudio (Orellana *et al.*, 2018).

### **3.2.1 Etnografía de Los Cajones Michoacán**

La etnografía es describir a un grupo humano: sus instituciones, comportamientos interpersonales, producciones materiales y creencias, además se practica en todos los entornos sociales; en consecuencia, la etnografía se preocupa por la vida cotidiana de las personas que estudian. De esta manera los etnógrafos recogen datos sobre la experiencia humana vivida para distinguir patrones predecibles más que para describir cada ejemplo concebible de interacción o producción (Bello, 2016).

La primera visita a la comunidad de Los Cajones fue en mayo del 2018 se realizó con la finalidad de conocer el área de estudio, tener un acercamiento con las autoridades ejidales (comisariado ejidal y el encargado del orden), y productores de mango que habitan en la zona. Se realizaron entrevistas semiestructuradas (Anexo 1) y abiertas, a varios productores y personas mayores (informantes clave). Con los resultados se logró obtener información referente al origen de la comunidad, cual fue a secuencia de la siembra de diferentes cultivos a lo largo de su historia, y los que actualmente se siguen cultivando.

En la comunidad se realizaron varias estancias con periodos de cinco a 20 días durante los años 2018 y 2019. En estas, se documentó mediante libreta de campo y cámara fotográfica los sitios de interés y actividades en la comunidad, forma de vida de los habitantes, historias de vida, y actividades que realizan los productores dentro de sus huertas.

A su vez se hizo un recorrido a la presa y al cauce de agua principal, así como a los canales de riego, se documentó la forma y distribución de esta, y se obtuvo información sobre el sistema de suministro de agua para riego.

### **3.2.2 Análisis del método cualitativo**

Con el análisis de la información obtenida de las entrevistas, datos anotados con base a la observación participativa, la información adicional que se obtuvo de pláticas con personas adultas, jóvenes, y algunos productores de la comunidad, se integró la información para hacer el estudio etnográfico de Los Cajones. En este se integraron los elementos e información obtenida con los instrumentos de investigación, partiendo desde los orígenes de la comunidad hasta la influencia de la producción de mango.

Los resultados de algunos ítems de la encuesta aplicada a los productores de mango, sirvieron para adjuntar información importante.

Con la información del sistema hidrológico, se hizo un mapa que identifica y delimita los principales cauces que conforman la presa, y los canales de distribución para uso de riego a lo largo de la comunidad.

La información sirvió como base para elaborar ítems relacionados con el uso del agua que se aplicaron al 50% de productores de Los Cajones que fueron 61 personas.

### **b) Método cuantitativo**

### **3.2.3 Manejo agronómico del mango y desarrollo sustentable de la comunidad**

Con la finalidad de analizar la función de los agroecosistemas de mango en la sustentabilidad de la comunidad de los Cajones Michoacán, se diseñó un cuestionario con el objetivo de caracterizar las huertas de mango mediante su estructura, funcionamiento y la rentabilidad para determinar su influencia en el desarrollo local sustentable (Anexo 2), mismo que se sometió a diferentes pruebas, se revisó por expertos, pruebas piloto, validez de contenido y alfa de Cronbach, antes de que se implementara. En este, se consideran cinco secciones, que incluye datos demográficos, el manejo agronómico del cultivo, las características básicas del suelo, aspectos sociales y actividad económica de la comunidad (Cuadro 1).

**Cuadro 1. Estructura del cuestionario aplicado a 61 productores de mango de la comunidad los Cajones, Michoacán y estadísticos usados para interpretarlos**

Sección	Objetivo	Tipo de pregunta	Estadísticos
I. Datos sociodemográficos	Identificar la información sociodemográfica de los productores de mango	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 3 Abiertas</li> <li>- 3 Respuesta múltiple</li> </ul>	Estadísticos descriptivos univariados
II. Manejo agronómico del cultivo	Contrastar los diferentes manejos agronómicos que existen dentro de las huertas en la comunidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 7 Abiertas</li> <li>- 25 Respuesta múltiple</li> <li>- 11 Escala Likert</li> </ul>	-Estadísticos descriptivos univariados, bivariados Distribución de frecuencias
III. Características del suelo	Determinar el manejo y eficiencia en el uso del suelo en las huertas de mango	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 9 Escala Likert</li> <li>- 2 Abiertas</li> <li>- 7 Dicotómicas</li> </ul>	-Estadísticos descriptivos univariados, bivariados Distribución de frecuencias
IV. Social	Verificar si el sistema mango promueve un desarrollo dentro de la comunidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 4 Respuesta múltiple</li> <li>- 10 Escala Likert</li> <li>- 2 Abiertas</li> <li>- 1 Dicotómica</li> </ul>	-Estadísticos descriptivos univariados, bivariados Distribución de frecuencias
V. Actividad económica	Describir la importancia económica del sistema mango y los diferentes ingresos familiares	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 8 Respuesta múltiple</li> <li>- 6 Escala Likert</li> <li>- 5 Abiertas</li> </ul>	-Estadísticos descriptivos univariados, bivariados Distribución de frecuencias

*Población y muestra.* La población fue representada por el número de ejidatarios que se dedican a la producción de mango e integran la comunidad de Los Cajones Michoacán, el Comisariado proporcionó la información que eran 120 ejidatarios adscritos al padrón ejidal. Con esta información se hizo el cálculo de la población que tenía que identificarse para aplicar la encuesta. La muestra se estableció de forma aleatoria y probabilística con base en la siguiente formula de Santos *et al.*, (2003).

$$n = \frac{N Z_{\alpha/2}^2 p q}{\delta^2(N - 1) - z_{\alpha/2}^2 p q}$$

En donde:

n = tamaño de población

$Z_{1-\alpha/2}$  = nivel de confianza, (distribución normal)

p = probabilidad de éxito, o proporción esperada

q = probabilidad de fracaso

$\delta$  = precisión (Error máximo admisible en términos de proporción)

Los valores que se sugieren para el cálculo del tamaño de muestra son los siguientes:

N = 150

$Z_{1-\alpha/2}$  = 1.96 para dar un valor de 95%

p = 0.50

q = 1-0.50=0.50

$\delta$  = 0.10

Al hacer la sustitución de datos se obtiene lo siguiente:

$$n = \frac{(150)(1.96)(0.5)(0.5)}{(.1)^2(150-1)-(1.96)(0.5)(0.5)}$$

n = 61

Por lo que se aplicó el cuestionario a 61 productores de mango.

Casas *et al.* (2012) mencionan que esta técnica (encuestas) utiliza procedimientos estandarizados de investigación, mediante los cuales se recoge y analiza una serie de datos de una muestra de casos representativos en una población o universo más amplio, con la finalidad de explorar, describir, predecir o explicar una serie de características.

### **Pruebas sometidas al cuestionario**

*Diseño*: la elaboración del cuestionario se hizo mediante los objetivos de la investigación. Se conforma por cinco secciones, cada una compuesta por diferentes objetivos y preguntas (Cuadro 2).

*Prueba de expertos:* Una vez elaborado el cuestionario, este fue revisado por especialistas en Estadística, Agroecología y Sustentabilidad, Edafología y modificado de acuerdo a sus observaciones antes de ser aplicado.

*Prueba piloto:* Para asegurar una buena calidad de información y para detectar deficiencias en instrucciones o posibles respuestas. El cuestionario se aplicó únicamente a cinco productores de Los Cajones. Durante la prueba se detectaron algunos errores en la forma de plantear las preguntas, sobre todo en las relacionadas con la producción, también se hicieron sugerencias sobre redacción, orden de preguntas, escala, etc.

*Prueba de fiabilidad de Alfa de Cronbach:* Se llevó a cabo la prueba alfa de Cronbach, donde un valor de 0.7752 de un máximo de 1 que según Hernandez-Sampieri *et al.*, (2014) es fiable y puede ser aplicado.

*Validez de contenidos:* Se revisó cada una de las secciones del cuestionario y los objetivos planteados en el tema de investigación. Las preguntas se revisaron con la finalidad de determinar si brindaban la información necesaria y si cumplían con los objetivos propuestos.

Del 22 de febrero al 10 de marzo del 2019, con el conocimiento y autorización de las autoridades ejidales para poder trabajar en la comunidad, se procedió a levantar las encuestas a una muestra de 61 productores de mango, en Los Cajones Michoacán,

La selección de los candidatos a ser encuestados se hizo mediante un muestreo aleatorio simple. Cuando no se localizaban los productores o se negaban a participar, se sustituían por otro productor adscrito al padrón. En las entrevistas diarias se invertía entre ocho a diez horas de manera continua o discontinua, esto según la localización y disponibilidad de los productores.

A través de recorridos por las casas y huertas se localizaban a los productores, la mayoría de las veces se encontraron en sus huertas. En promedio en cada entrevista se llevaban 40 minutos, pero hubo casos en donde se llevaba más de una hora, por platica adicional que el entrevistado promovía en relación al trabajo que realizaba dentro de su huerta o problemas de la comunidad.

El levantamiento de las encuestas coincidió con la época donde iniciaba el corte del mango, por lo que el traslado de la comunidad a las huertas o viceversa era algo complicado. Además, que se trabajaba de acuerdo al tiempo y disponibilidad del productor, acordando a ciertas horas por algunos de ellos para la realización de las entrevistas.

**Análisis estadísticos de la información del cuestionario.** Los análisis de la información del cuestionario se realizaron de la siguiente forma.

Se construyó la base de datos con el paquete Microsoft Excel 2016, en la cual se capturaron todas las respuestas de los 61 cuestionarios realizados a los productores de mango en Los Cajones, Michoacán.

Los análisis se hicieron mediante el programa Statistic Package for Social Science (SPSS versión 24), importando los datos de Microsoft Excel 2016.

La información se analizó por métodos estadísticos descriptivos univariados como; distribución de frecuencias, medidas de tendencia central, medidas de dispersión y análisis de correlación de Spearman  $\alpha=0.05$  entre variables de las secciones.

### **3.2.4 Análisis de tres sistemas de manejo de huertas de mango en la comunidad de Los Cajones, Michoacán. Estudio de caso**

Las huertas seleccionadas, se obtuvieron con base a la información obtenida mediante los recorridos de campo, visitas a productores, informantes clave y autoridades ejidales. Estas huertas se determinaron de acuerdo a la similitud de superficie, diversidad de manejo y estructura de la huerta. Por lo que se logró identificar en la comunidad tres diferentes tipos de manejo agronómico y estructural; a) huerta con manejo organomineral, b) huerta con manejo orgánico y c) huerta con manejo convencional y la integración de ganado vacuno.

Los productores dueños de las huertas seleccionadas fueron visitados para hacer un reconocimiento mutuo entre productor y estudiante, e invitados a participar en el proyecto de investigación, por lo que se les explico y dio a conocer sobre este mismo. Se pidió autorización para poder ingresar a sus huertas, conocer sus ubicaciones, hacer un reconocimiento y poder trabajar en ellas. La investigación se complementó con un muestreo de suelo en cada huerta para llevar a laboratorio y hacer análisis fisicoquímico y cromatografía del suelo.

#### **a) Evaluación *in situ* de la sustentabilidad de las huertas**

La evaluación, se realizó *in situ* en las tres huertas en presencia de los productores mediante la aplicación de una guía de campo. Esta guía estaba conformada por ítems que eran indicadores para la calidad del suelo y el manejo de la biodiversidad en la huerta. Para esto se utilizaron elementos de dos diferentes metodologías, una propuesta por Altieri y Nicholls (2002) y otra propuesta por Vázquez *et al.*, (2014). En ambas utilizan indicadores fáciles de emplear. Los indicadores se evalúan mediante una escala de 1 a 5 grados, que se considera el último valor de escala (5) como óptimo. (Anexo 3)

#### **b) Análisis de las propiedades físicas y químicas del suelo**

Los análisis físicos y químicos se realizaron en el laboratorio de Génesis y Clasificación de suelos del Postgrado de Edafología del Colegio de Postgraduados.

**Muestreo del suelo.** El muestreo realizado fue de manera sistemática, por lo que, para fines prácticos el área de la huerta se dividió en tres estratos. Para cada muestreo de suelo, se utilizó el método de zig-zag con una profundidad de 25 cm, se colectaron tres submuestras de cada uno de los estratos, teniendo nueve muestras de cada huerta. Para hacer los muestreos se utilizó una pala y una barrena tipo espiral. Una vez obtenida la muestra se depositaban en bolsas y etiquetaron para identificar a cada una. Las muestras fueron secadas a la sombra durante una semana posterior se prepararon para la determinación de pruebas físicas y químicas,

**Evaluación en laboratorio.** Los análisis realizados se efectuaron mediante las pruebas con base a la metodología de Procedimientos del Manual de Van Reeuwijk (1999). (Cuadro 2) dentro de las determinaciones físicas se realizaron;

*Color.* (carta de colores Musell) mediante el cual se refleja la composición, las condiciones pasadas y actuales de óxido-reducción del suelo.

*Agregados.* (método de tamizado con diferente número de malla)

*Textura.* (método de pipeta americana), el cual determina las proporciones cuantitativas de cada fracción granulométrica que presenta un suelo, y cuantifica las partículas gravimétricas.

*Densidad Aparente.* (método de terrón-parafina), este volumen incluye tanto sólidos como los poros, por lo que la densidad refleja la porosidad total del suelo. Esto depende de la materia orgánica, textura del suelo, la densidad de las partículas minerales y su disposición.

Las variables químicas se determinaron bajo las siguientes metodologías (Paneque *et al.*, 2010);

*pH* en agua (relación 1:2.5), el pH del suelo se mide con potenciómetro en el sobrenadante de una suspensión de una mezcla 1:2.5 suelo:líquido. El líquido puede ser agua o una solución de cloruro de potasio 1 M.

*Conductividad Eléctrica* (método de la pasta de saturación), consiste en la extracción de una pequeña fracción de los nutrientes presentes en la muestra del suelo.

*Carbón Orgánico y Materia Orgánica* por el método de Walkley y Black, esta metodología involucra la combustión húmeda de la materia orgánica con una mezcla de dicromato de potasio y ácido sulfúrico alrededor de 125 °C. El dicromato que queda se titula con sulfato ferroso.

*Nitrógeno total* por el método de micro-Kjeldahl, la muestra se digesta en ácido sulfúrico y peróxido de hidrógeno con selenio como catalizador y con ello el nitrógeno orgánico se convierte en sulfato de amonio. La solución se alcaliniza y se destila en amonio. El

amonio producido es atrapado en ácido bórico y titulado con ácido estandarizado. Este procedimiento determina todo el nitrógeno del suelo.

*Fosforo intercambiable* (Olsen), la muestra es extractada con una solución de bicarbonato de sodio a pH 8.5. Los fosfatos en el extracto se determinan colorimétricamente con el método azul de molibdato de amonio y ácido ascórbico como agente reductor. El pH elevado de la solución extractora hace que el método sea apropiado para suelos calcáreos, alcalinos o neutros que contienen fosfatos de calcio ya que la concentración de calcio en la solución es contrarrestada por la precipitación de  $\text{CaCO}_3$ .

**Cuadro 2. Análisis físicos y químicos realizados a suelos en laboratorio**

Análisis	Variable	Unidad de medida	Método
Físicos	Color	Color	Munsell
	Agregados	%	Tamiz
	Textura	%	Pipeta americana
	Densidad aparente	$\text{gcm}^3$	Terron-parafina
	pH	pH	pH- $\text{H}_2\text{O}$
	Conductividad eléctrica	$\text{dS m}^{-1}$	Extracto de saturación 1:2
	Carbón orgánico	%	Walkley y Black
Químicos	Materia orgánica	%	Walkley y Black
	Nitrógeno	$\text{gkg}^{-1}$	micro-Kjeldahl
	Fosforo	ppm	Acetato de amonio
	Potasio	ppm	Acetato de amonio
	Sodio	$\text{cmol+kg}^{-1}$	Acetato de amonio
	Calcio	$\text{cmol+kg}^{-1}$	Acetato de amonio
	Magnesio	$\text{cmol+kg}^{-1}$	Acetato de amonio
	Capacidad de Intercambio Catiónico	$\text{cmol+kg}^{-1}$	Acetato de amonio

*Capacidad de Intercambio Catiónico*, (método destilación de amonio), después de la percolación con acetato de amonio para remover las bases intercambiables, el exceso de sal es drenado con etanol al 80%, la muestra completa es destilada y el amoniaco producido es cuantificado.

*Bases intercambiables*, se realizaron mediante el método de acetato de amonio. Ca y Mg se miden con el espectrofotómetro de absorción atómica y el K y Na con el espectrofotómetro en emisión de flama. Las muestras se percolaron con acetato de

amonio y las bases se midieron en el percolado. Posteriormente, la muestra se percola con acetato de sodio para remover el exceso de sales y con acetato de amonio para el sodio intercambiable absorbido. El sodio en este percolado es una medida de CIC.

### **Análisis estadísticos de pruebas de campo y laboratorio**

Los resultados obtenidos de cada una de las variables físicas y químicas se capturaron en Microsoft Excel 2016. Finalmente se exportaron al paquete SAS Statistical Analysis System (versión 9.4) para su análisis.

Las variables fueron sometidas a pruebas de normalidad mediante el Test de Shapiro-Wilk ( $\alpha=0.05$ ). Las variables que se comportaron de acuerdo a la distribución normal, se sometieron a Análisis de la Varianza (ANOVA) ( $\alpha=0.05$ ).

En cada una de las variables también se realizaron pruebas de homogeneidad por el Test de Levene ( $\alpha=0.05$ ). También pruebas de comparación de medias de Tukey ( $\alpha=0.05$ ).

## IV. RESULTADOS OBTENIDOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Etnografía de Los Cajones Michoacán

Las diferentes visitas durante los periodos comprendidos entre el año 2018 y 2019, permitieron identificar y documentar sucesos que ocurrieron en la localidad y hasta la actualidad. La estructura del paisaje y del poblado, las principales actividades productivas, así como diversas opiniones de algunas personas que habitan en ella, fueron los principales temas cuestionados a los informantes clave. Posteriormente, como resultado se generó una descripción etnográfica, a la cual se sumó la investigación documental realizada para precisar los acontecimientos a través del tiempo.

#### *Antecedentes históricos*

En la región de Tierra caliente, al igual que diversas regiones de todo México, han acontecido transformaciones del paisaje, sociales, culturales, productivas, políticas, y estructurales. Primeramente, el proceso de colonización en Michoacán, específicamente en la zona de Tierra Caliente, provocó la disminución de la población indígena principalmente mazahuas, grupo étnico que ocupaba parte de la zona. Así como la introducción de nuevas herramientas de trabajo y especies vegetales para la agricultura. Mientras el proceso de mestizaje continuaba, la sustitución de las autoridades indígenas con los nuevos esquemas de gobierno hispano propiciaba el acaparamiento y explotación de tierras.

La entrada de inversiones e inmigrantes extranjeros favorecida durante el régimen del general Porfirio Díaz, apuntaló a un crecimiento exponencial de apertura en tierras de labor para cultivos comerciales y actividades ganaderas, en gran parte de los valles de la región Tierra Caliente, así mismo favoreciendo y otorgando las concesiones de agua para los propietarios de las haciendas.

Durante el inicio de las haciendas, específicamente la región actual de Gabriel Zamora, se introdujeron nuevos cultivos con valor comercial, como la caña de azúcar, el añil, el arroz y las huertas de plátanos, que se añadieron a los cultivos de algodón y huertas de

cacao que ya había en la zona. Se abrieron nuevas tierras de cultivo en las planicies, cultivadas mayormente por arroz (Thiébaut y Aguirre 2011). Pureco, 2017, menciona que se tuvo un desarrollo muy importante en todo el Valle, esto porque los salarios llevaron campesinos no solo de Michoacán, sino también de estados aledaños.

La Hacienda Lombardía fue adquirida en 1902 por una familia de inmigrantes italianos, durante los primeros años de trabajo, principalmente el cultivo del arroz y el proceso de refinado, dio pie a ser la principal zona productora de este cultivo a nivel nacional. Los años de 1933 hasta 1938 se produjo la crisis final para la hacienda Lombardía y demás haciendas propiedades de la familia Cussi. Las tierras fueron reformadas en propiedad colectiva de los trabajadores campesinos de las mismas. Los cultivos como el arroz, la caña de azúcar y algodón se siguieron trabajando, aunado al maíz que también ya era cultivado para autoconsumo por los campesinos. El pepino, sandía y melón fueron cultivados a la par que disminuía la superficie de algodón.

El ejido Santa Casilda del cual Los Cajones forma parte, oficialmente fue conformado y dotado de tierras en 1947, periodo importante en gran parte de la región de Tierra Caliente, ya que, durante estos años termino de hacerse efectiva la segunda etapa de la reforma agraria lo cual hubo expropiaciones en las tierras que aún eran posesiones de grandes hacendados. La fundación del poblado Los Cajones no tiene fecha exacta, pero estaba ocupada por una minoría de familias, las cuales eran mano de obra en la hacienda Lombardía. Mediante la construcción de obras hídricas en la localidad se contrató mano de obra de otras regiones del país, finalizados los trabajos de construcción muchos de ellos optaron por quedarse en la zona o en localidades vecinas.

Los Cajones se fundó por campesinos trabajadores de las haciendas y posteriormente trabajadores de las obras hídricas que se realizaron por todo el Valle. Actualmente es la segunda localidad en cuanto a superficie y habitantes en todo el ejido. Un recorrido por el poblado llevó a conocer la dimensión geográfica en la que se encuentra cimentada la población actual.

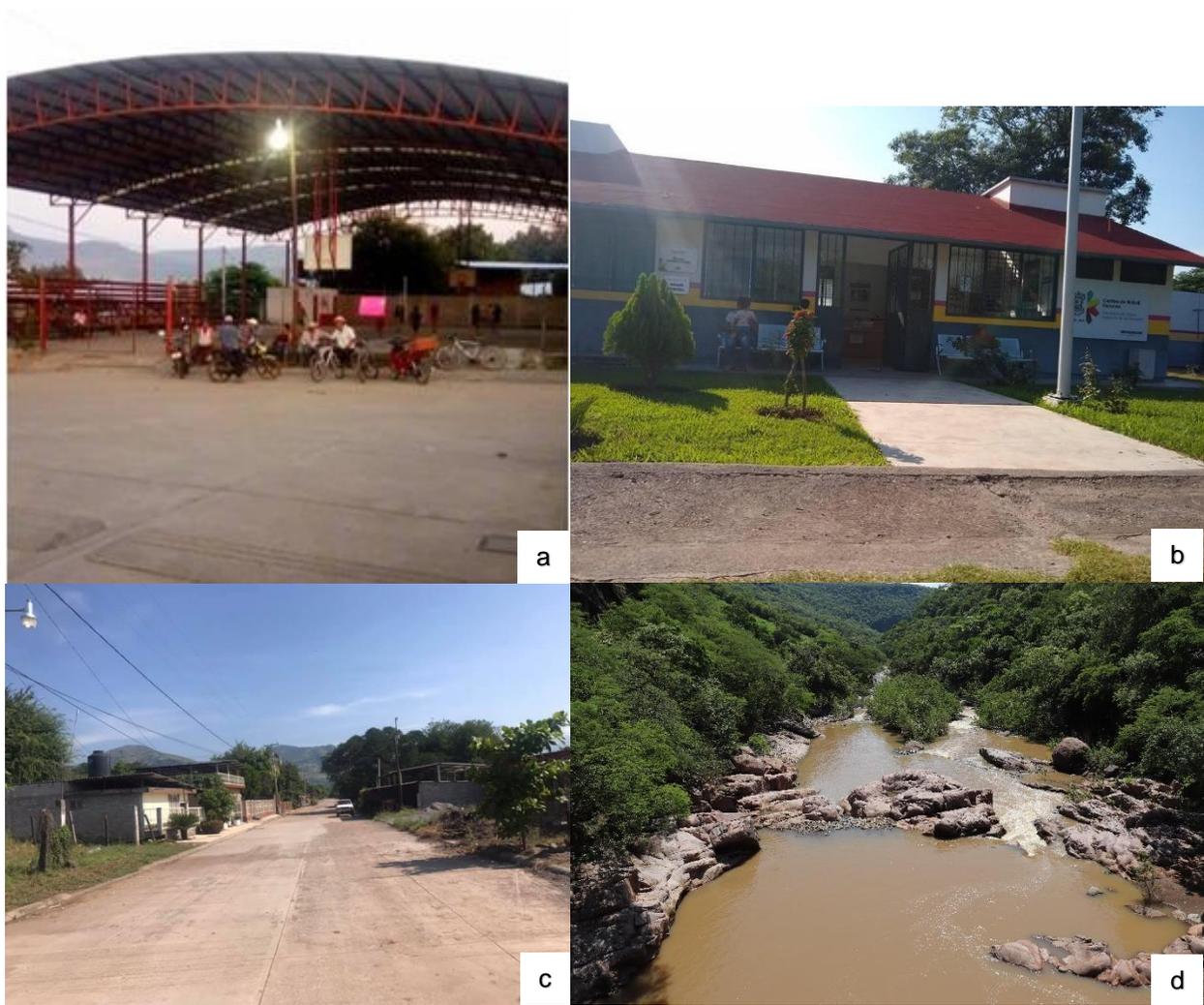
### *La localidad hoy en día*

La comunidad presenta un clima muy cálido y subhúmedo, le rodea por el lado norte una cadena montañosa que se extiende a lo largo de la comunidad y fuera de ella. El tipo de vegetación predominante es selva baja caducifolia, vegetación secundaria arbustiva, arbórea y pastizales, asimismo como los campos para cultivo de temporal e irrigados, estos últimos mayormente ocupados por especies frutícolas.

Los Cajones se ubica a la orilla del río con el mismo nombre, y de la carretera nacional Gabriel Zamora – Nuevo Urecho. Colinda con la localidad El Tejaban, únicamente dividido por un puente superior vehicular de la autopista que conecta con la ciudad de Lázaro Cárdenas. Al llegar por el este, la entrada del pueblo se divide en dos, su lado derecho conocido como “Loma bonita” se encuentra un menor número de asentamientos, por tanto, el mayor número de viviendas y servicios se sitúan de lado izquierdo.

La comunidad al ser pequeña en superficie, fácilmente se recorre caminando de un extremo a otro, por la carretera o las calles del pueblo. En la entrada se encuentra la iglesia, de pequeña y rústica construcción, que celebra su fiesta patronal durante tres días en el mes de noviembre, junto con eventos deportivos de basquetbol y voleibol, actos cívicos y desfiles, jaripeos, bailes y concurso de candidatas para reina del pueblo. Cabe señalar que la mayoría de la población asiste a la iglesia católica, sin embargo, también existe en la localidad la religión evangélica, con un menor número de feligreses. Tres cuadras más adelante sobre la misma calle se encuentra el auditorio deportivo, el cual se utiliza con doble propósito; como cancha de básquetbol y salón de eventos para fiestas, además de salón de baile durante la fiesta de la localidad. Durante las tardes éste lugar es punto de reunión para plática de algunos habitantes o para “echar cascara” jugar basquetbol (Figura 7).

La formación educativa para niños y adolescentes solamente es educación básica, comprendida por; preescolar, primaria y secundaria. Cada uno de estos centros educativos cuentan con infraestructura propia, construidos de un solo piso con materiales como; bloques de cemento, varilla, arena y cemento. Estos se encuentran al sur de la localidad, muy cerca del auditorio.



**Figura 7. Diferentes vistas de la comunidad de Los Cajones Michoacán. a) Auditorio deportivo, b) Centro de salud, c) Calle principal, d) Río de la comunidad**

El centro de salud también se localiza al sur, justamente en la última calle, donde inician las huertas de mango y parcelas de cultivo. Al dirigirse sobre la misma dirección sur y retomando la carretera nacional con dirección hacia Gabriel Zamora, a las afueras del poblado se encuentran una gasolinera y una de las dos empacadoras importantes de la zona. Aproximadamente un kilómetro más adelante sobre el mismo rumbo, se halla el panteón, a bordo de carretera y rodeado por huertas.

Las casas en su mayoría están construidas con block, cemento, loza o lamina, y algunas con madera y lamina. Muchas de ellas cuentan con un amplio traspatio, el cual los habitantes tienen establecidos árboles frutales como: mango, guanábana, guayaba, tamarindo, limón, naranja, nanche, palma de coco, yaca, especies de ornato y

medicinales, mismos que son usados para autoconsumo. También algunas familias cuentan con animales menores como; gallinas y guajolotes que los utilizan para consumo familiar y algunas veces realizan venta si se los solicitan.

Las principales actividades que se realizan son la agricultura y la actividad pecuaria. La agrícola, se divide en comercial y de autoconsumo, ya que gran extensión de superficie está ocupada por el cultivo de mango, y algunas otras especies frutícolas como; carambolo, guanaba y papaya. Las parcelas libres de cultivos perennes, son utilizadas como potreros o se trabajan estableciendo cultivos anuales como; pepino, sandía y maíz. El cuadro 3 muestra los meses del año en que los cultivos estan en producción en la región .

**Cuadro 3. Cultivos de los Cajones Michoacán y los meses de producción**

Cultivo	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Papaya			—	—	—	—						
Guanábana		—	—	—	—							
Carambolo			—	—	—	—						
Sandía										—	—	—
Pepino		—	—	—	—							
Caña de azúcar	—	—	—									
Maíz*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

\*Cultivo de riego y temporal

En la agricultura de autoconsumo a la que se hace mención, predomina el cultivo del maíz o la milpa, con la integración de calabaza o chilacayote y jamaica. Este tipo de agricultura se basa en la época de temporal y se aprovechan diferentes zonas del cerro, o huertas de mango. Cabe señalar que también algunas personas realizan la recolección del pinzan, cuya vaina es colectada con el uso de varas largas, las cuales golpean las ramas o mediante un ligero empuje hacen caer el fruto, pueden ser vendidos o para consumo propio. Esta actividad realizada durante los meses de secano por personas de diferentes edades, se aprecia a lo largo de la carretera ya que es donde mayormente se localizan los árboles. Otros cultivos localizados en la región y en función de la época de año son:

*Cultivos de temporal;* frijol, frijol ejotero, jamaica, sandia y caña de azúcar.

*Cultivos de riego;* pepino, melón, papaya, mango, guanábana, carambolo y caña de azúcar.

*Cultivos de recolección;* pinzan, tamarindo y nanche.

*Cultivos de autoconsumo siempre tienen;* maíz, frijol, calabaza, jamaica, chayote, calabaza y chilacayote.

Algunos agricultores que no poseen tierras de cultivo, realizan tratos con productores ganaderos, mediante el cual les proporcionan superficie para cultivar y posteriormente al finalizar la cosecha, todo el rastrojo es para el dueño de la tierra, y el maíz para el agricultor que lo sembró. Algunos de los agricultores prefieren vender únicamente el rastrojo molido, ya que la venta del grano es muy poco redituable en comparación a la del rastrojo (Figura 8).

#### *El cultivo principal de la localidad*

El mango en la comunidad se introdujo desde hace aproximadamente 60 años, iniciando con la especie criolla, ya que se tenían, pero eran muy pocos. Posteriormente fueron usados como patrones para injertar el cultivar Heidi, que fue la tuvo un mayor auge de adaptación, producción y valor económico para la comunidad. Estos injertos se replicaron en la comunidad y así comenzó a expandirse el cultivo de mango por toda la región.

En la actualidad el mango es el principal cultivo frutícola y con mayor superficie en el ejido y municipio. Los productores han introducido diferentes cultivares de mango como Kent, Keitt y Ataulfo. Además de tener diferente época de floración en cada una de estos cultivares, les permite tener una menor incidencia de enfermedades como la escoba de bruja.

Los productores consideran que existen diferentes sistemas de manejo para el cultivo de mango, predomina el manejo convencional, en el cual los productores hacen uso de fertilizantes químicos y agrotóxicos.

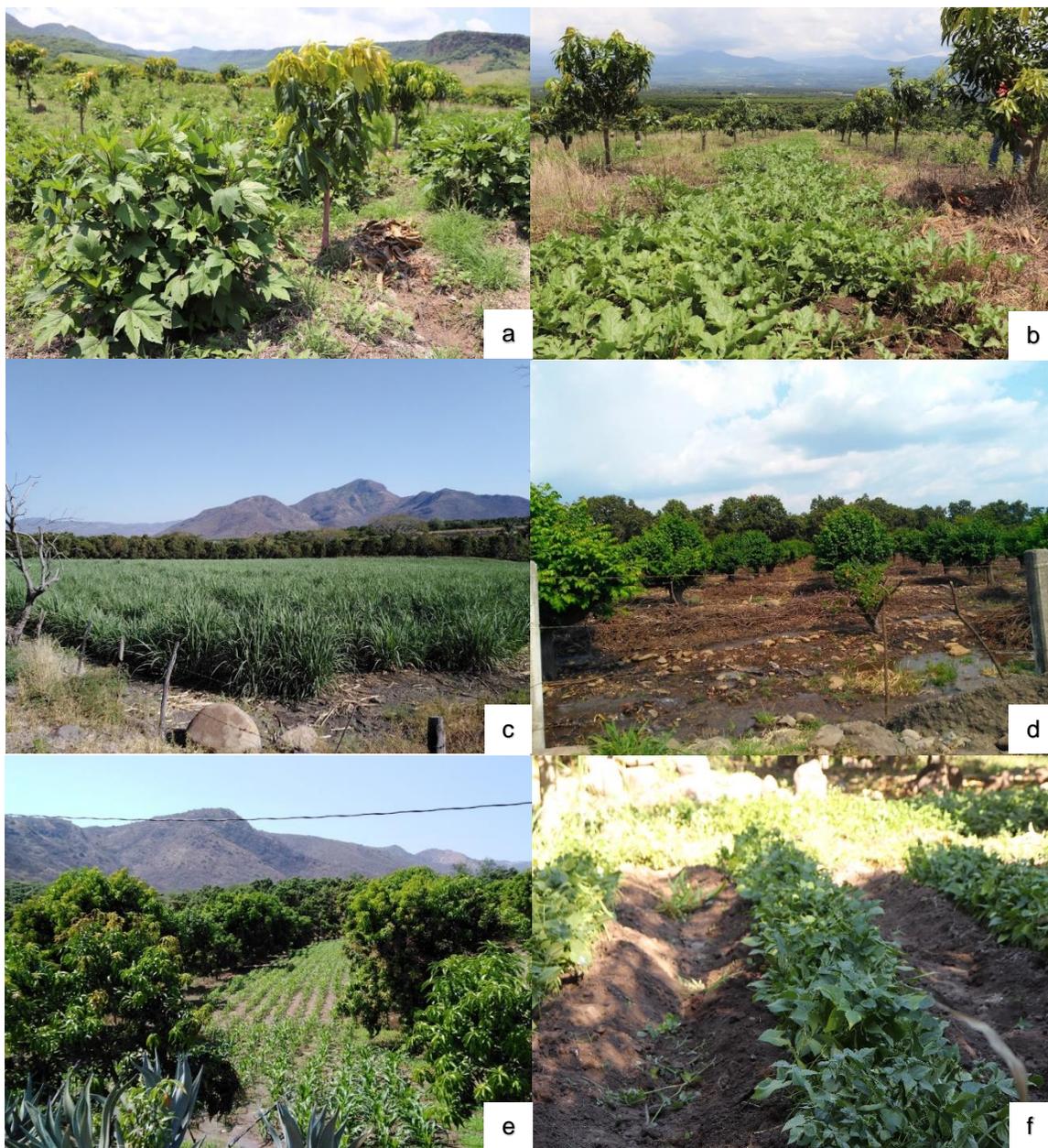


Figura 8. Cultivos que se trabajan en la comunidad de Los Cajones Microoacan. a) jamaica, b) sandia, c) caña de azúcar, d) carambolo, e) maíz, f) frijol

También existen huertas certificadas bajo un manejo orgánico o de buenas prácticas, además de manejos mediante el cual combinan fertilizaciones químicas con orgánicas y por último huertas en las que los productores realizan un mínimo manejo. Las superficies de huertas también varían desde 1 ha hasta más de 10 ha por un mismo productor, incluso existen productores que poseen más de 2 huertas o superficies mayores a 10 ha.

La venta de la fruta se realiza mediante diferentes canales, puede ser directamente a las empacadoras grandes o pequeñas que están dentro o fuera de Los Cajones, a intermediarios o directamente en pie de huerta. Además, algunas personas rentan sus huertas por todo el ciclo de producción o incluso por años.

Algunos productores venden su mango a las empacadoras. Estas se encargan de cortar el fruto y transportarlo, por lo cual aminora el trabajo y costos de corte posteriormente es sometido a proceso de selección y empaquetado para exportación. Diversos productores ven bueno este procedimiento porque la exportación les mejora el precio de sus cosechas.

El precio varía según el lugar de venta o el tiempo que ya transcurrió durante la temporada de cosecha. Los entrevistados mencionaron que incluso los precios más bajos que han llegado a finales de cosecha, varía hasta de un peso el kilo. Muchos de los productores que poseen ganado prefieren que los animales se coman la fruta en lugar de invertir en la recolección del fruto, y algunos otros lo llegan a vender a personas de comunidades de tierra fría, que visitan la localidad para comprar mango y llevar a vender a sus respectivas comunidades.

De las actividades pecuarias que existen en la localidad, predomina la crianza bovina, con cual algunos propietarios de ganado, realizan venta de leche y elaboración de productos derivados como los quesos. Esta actividad puede diferenciarse en quienes producen de manera estabulada y quienes realizan pastoreo, estos últimos utilizan sus huertas o potreros y también hacen uso del cerro llevando al ganado por algún tiempo. La producción ovina también está presente, pero en menor escala ya que únicamente se apreciaban rebaños pequeños, los cuales pastoreaban a las orillas de la carretera o del río, actividad realizada por niños y personas mayores.

Los comercios presentes en la localidad son diversos, existen tiendas con un amplio surtido de productos desde abarrotes, ropa, papelería, productos para el campo, y de ferretería, al igual que negocios específicos como; abarrotes, tienda de agroquímicos, estéticas, farmacias, depósitos de cerveza y cenadurías.

Las empacadoras de igual manera proporcionan empleo a mujeres y hombres durante toda la temporada de producción de mango, ya sea para laborar dentro de la empacadora en todo el proceso post cosecha del mango, o en las huertas realizando los cortes de la fruta. Al finalizar la época de producción, algunas personas siguen laborando para las empacadoras, esto es, dentro de las huertas a las cuales son propietarios o en algunas otras actividades alternas.

Los lugares recreativos que existen, van de acuerdo a las diferentes edades, algunas familias se van a convivir al río que está en la comunidad, estancia que es prolongada porque algunos integrantes se meten a nadar, por lo que ahí mismo elaboran los alimentos o los llevan. Existe un billar que a la par, es cantina el cual es visitado por jóvenes y personas adultas que se reúnen para convivir mediante el juego o la bebida.

Los eventos que realizan las comunidades vecinas también son visitados por algunas familias o personas de la comunidad, eventos que enmarcan las fiestas patronales, como pueden ser los eventos deportivos, los jaripeos y bailes.

Durante las diferentes estancias que estuve en la comunidad, y por parte de las personas que eran entrevistadas o entablaban platicas, sugerían que, debido a la situación de violencia en la región, no era recomendado andar muy tarde por las calles o la carretera, ya que podía suscitarse algún percance o algún tipo de confusión o desconocimiento por parte de personas que se dedican al crimen organizado.

Durante el trabajo de campo en las encuestas, el recorrido era durante las mañanas por las huertas y durante las tardes por las casas, con el fin de localizar a los productores y una mejor comodidad, ya que era tiempo de cosecha y gran parte de la localidad se encontraba con demasiados trabajos por parte de los productores, revisando los cortes, realizando riegos, o efectuando el corte de la fruta. Además de toda la actividad que había dentro de los empaques. Y los empaques de menor escala también tenían un constante recibimiento de fruta.

## Sistemas de riego en Los Cajones

La región de Tierra Caliente en Michoacán, obtuvo un desarrollo demográfico, económico y en complejidad social que atravesó varias etapas, durante las diversas funciones públicas ejercidas por Lázaro Cárdenas, periodo que abarco los años de 1928 hasta 1970. Obras como carreteras, brechas y terracerías a lo largo de esta región fueron construidas. El interés en esta y muchas otras regiones de Michoacán fueron por sus potenciales productivos en cuanto a bosque, agricultura y riqueza mineral.

Las obras hidráulicas realizadas por los hacendados a comienzos del siglo, que posteriormente fueran aprovechadas por el Estado, y a su vez la construcción de presas de almacenamiento, de derivación, canales, sifones y túneles, permitieron una ampliación progresiva de superficies de riego. En la localidad de Los Cajones, las infraestructuras hidráulicas realizadas durante los años 50's, permitieron un mayor aprovechamiento de los recursos hídricos. Como anteriormente se mencionó, en la localidad se construyó una presa de derivación denominada Cajones (Figura 9).



Figura 9. Presa de derivación Cajones, ubicada en Los Cajones Michoacán

Esta presa ubicada en el río Acúmbaro que al llegar al poblado cambia de nombre al río Cajones (Figura 10), abastece de agua a los productores para el riego de sus cultivos. Además, se construyeron dos túneles que atraviesan dos cerros, lo que permitió continuar dirigiendo el flujo del agua a lo largo de la comunidad, mediante un canal principal (Figura 11) construido de cemento el cual recorre las orillas de algunos terrenos de cultivo, y por canales secundarios se hace llegar el agua a todas las áreas de regadío. por medio de acequias de cemento o de tierra. De esta forma, los productores ingresan el agua a sus áreas de cultivo.

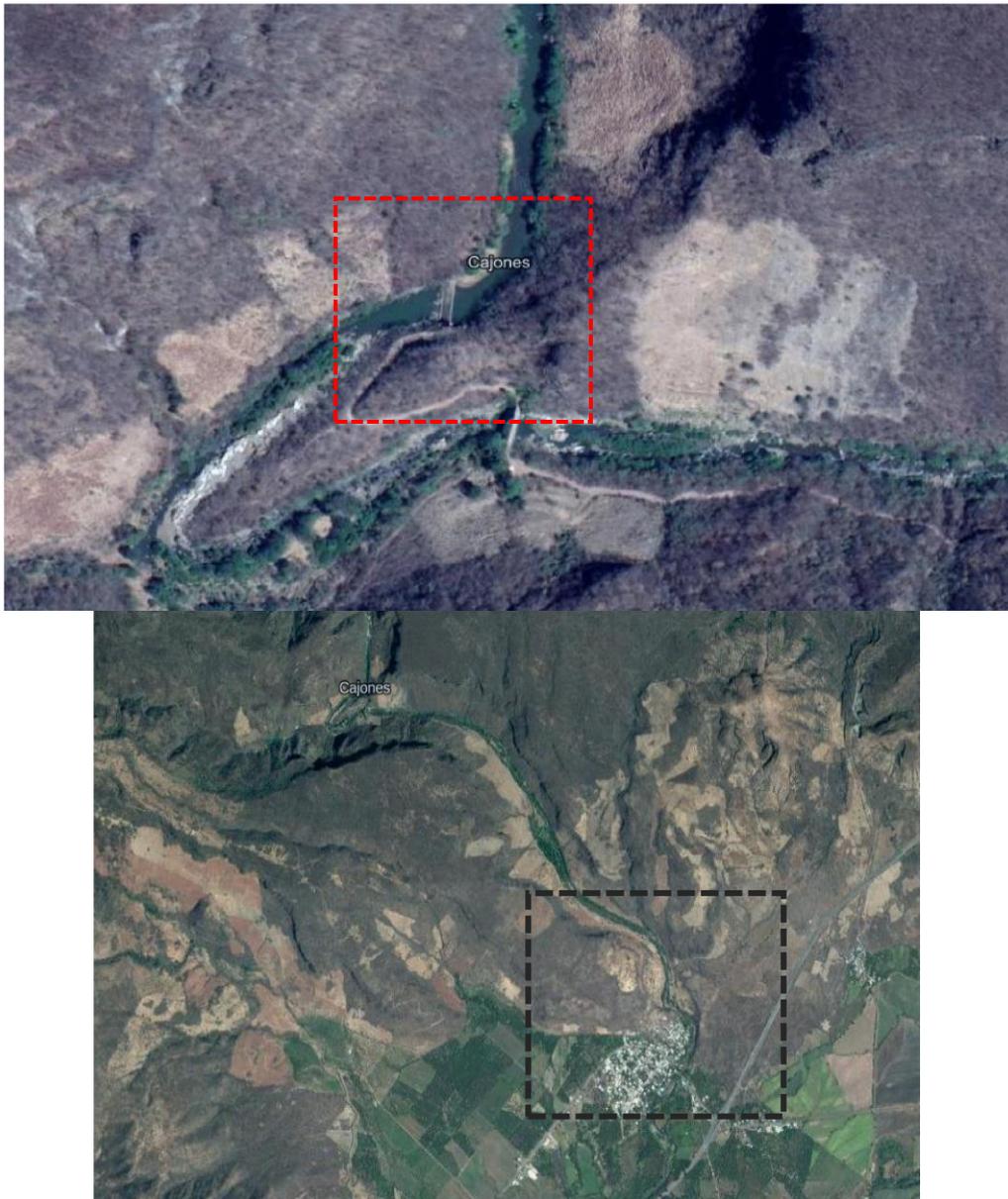


Figura 10. Presa Cajones [red dashed box] y localidad de Los Cajones Michoacán [black dashed box]

El riego está establecido por un roll, mediante el cual los productores tienen turnos por horas y días establecidos, esto lo programan mediante el comité de riego. Esta zona pertenece al distrito de riego de 97, y al módulo tres. Cada uno de los productores realiza pagos anuales por el uso del agua, este cobro se realiza con base al número de hectáreas poseídas por el productor. También existen arroyos el cual se forman mediante los afluentes del río Cajones, y ríos estacionales únicamente presentes en temporada de lluvias.



**Figura 11. Canal principal y acequias ubicadas en la comunidad de Los Cajones Michoacán**

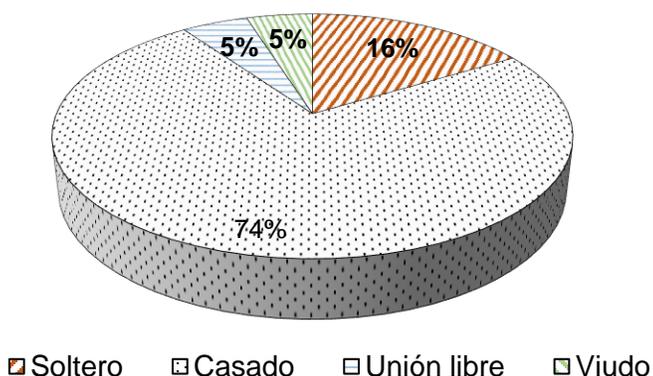
## **4.2 Manejo agronómico sustentable del mango y desarrollo de la comunidad.**

### **4.2.1 Datos sociodemográficos**

El número total de productores de mango en la comunidad es de 150, de los cuales 61 fueron encuestados, que equivalen a 40.60 % adscritos al padrón ejidal en la comunidad de Los Cajones Michoacán. Dentro de los encuestados solo una persona corresponde al género femenino y 60 del género masculino. La edad promedio entre los productores es de 47 años, el más joven de 21 y el de mayor edad con 81 años. Edades similares encontraron Canseco y Gerónimo (2017) en productores de limón en la región del Bajo Mixe Oaxaca, por lo que el promedio de edad fue de 44 años, mientras que el de mayor edad fue de 71 y de menor con 21 años. Esto deduce lo planteado por Contreras-Molotla (2016) que señala la edad de la población rural es diferente cuando se analiza la

dinámica demográfica por región, presentándose una población más joven en el Sur y más envejecida en el Norte del país. Mientras que INEGI (2016) señala que la edad promedio para Michoacán es de 41.7 años,

El 74% de los encuestados son casados, 16% solteros, 5% viudos y el 5%viven en unión libre (Figura 12). Algunas de las cifras superan el promedio nacional de situación conyugal de personas ocupadas en actividades agrícolas, ya que el 56 % son casados, 14 % solteros, 21 % viven en unión libre y un 8.1 son divorciados o viudos (INEGI 2016).

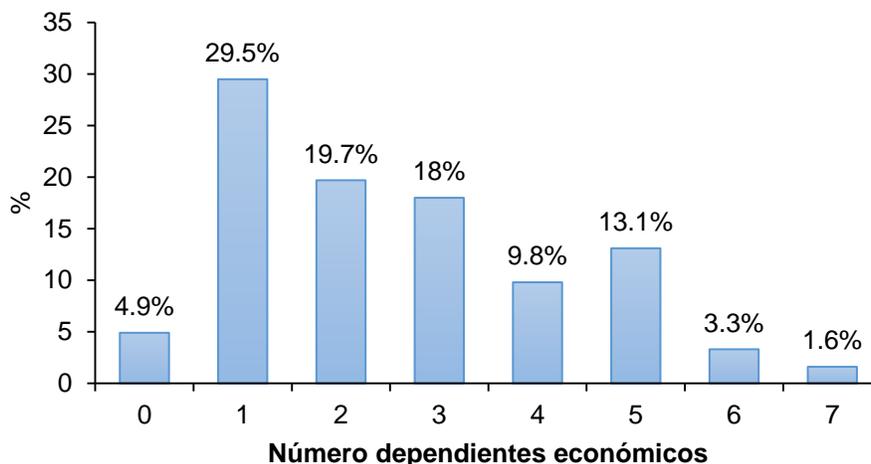


**Figura 12. Estado civil de los 61 productores de mango encuestados en la comunidad de Los Cajones Michoacán**

Del nivel educativo, de los 61 productores. El 36% corresponde solo a los que hicieron estudios de primaria, el 43 % con secundaria, el 8% con preparatoria y el 2 % con licenciatura. El 11 % no cuenta con estudios. Por lo que los datos obtenidos muestran un mayor grado de estudio por los productores en Los Cajones Michoacán ya que datos reportados por el Atlas Agroalimentario en 2017 a nivel nacional señala que el mayor porcentaje se ubica en primaria completa e incompleta, seguido por secundaria completa y un mínimo porcentaje se concentra en medio superior y superior (SIAP 2017).

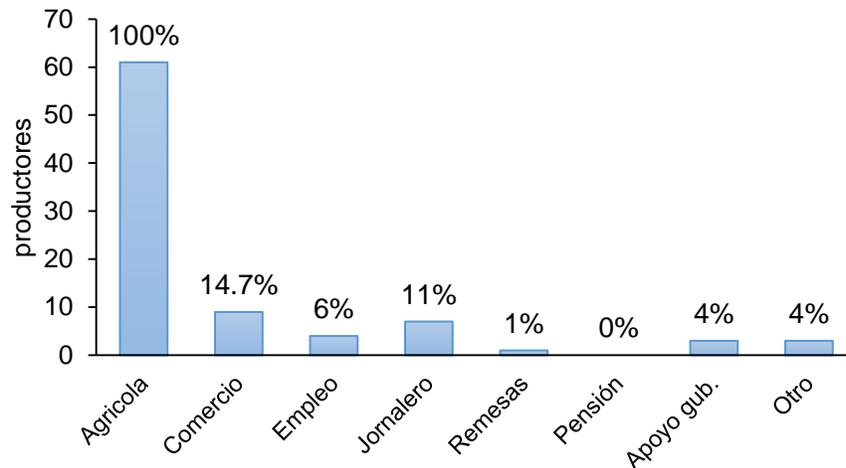
El 46% de los productores tiene familias conformadas por 3 o 4 integrantes, el 21 % tiene uno o dos, el 19.7 % tiene cinco y el 21.3 % tiene más de cinco. Esto indica de acuerdo con la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares, que el mayor porcentaje obtenido en Los Cajones Michoacán (46%), está dentro del promedio por tamaño del hogar que es de 3.6 integrantes (INEGI 2018).

El 67.2% de los productores jefes de familia tienen entre uno y tres dependientes económicos, el 27.8% tiene cuatro o más dependientes y solo 4.9% no tiene ningún dependiente (Figura 13). Por lo que un 37.7% de los encuestados, se ubica dentro del promedio general a nivel nacional en cuanto a dependientes económicos, ya que SAGARPA (2012) indica que en sector rural mexicano es de 2.7 personas por jefe de familia.



**Figura 13. Número de integrantes que dependen económicamente del productor en la comunidad de Los Cajones Michoacán**

Se detectaron otras fuentes de ingreso además de la agrícola, el 14.7% las recibe del comercio, el 11% como jornalero, el 6% tiene empleo fijo, el 3% recibe apoyo gubernamental (60 y más) y el 4% otros (albañilería) (Figura 14). Datos reportados por Ortiz-Paniagua (2017) para el municipio de Gabriel Zamora, señala que la concentración económica en la agricultura es muy alta, al ser la principal actividad productiva. Sin embargo, la diversificación de actividades y fuentes de ingresos económicos en ámbitos ajenos a la agricultura, garantiza la subsistencia de la familia rural (De Grammont, 2009). Vázquez-López *et al.*, (2017) realizan un análisis en cafecultores y sus sistemas de producción. En este sentido hacen mención de otras actividades que los productores llevan a cabo como estrategias para subsidiar los gastos del cultivo, como jornaleros, albañilería, empleo, comerciantes, ganadería y siembra de otros cultivos, trabajos similares que algunos productores de mango hacen en Los Cajones Michoacán.



**Figura 14. Fuentes alternativas de ingreso económico en las familias de la comunidad de Los Cajones Michoacán**

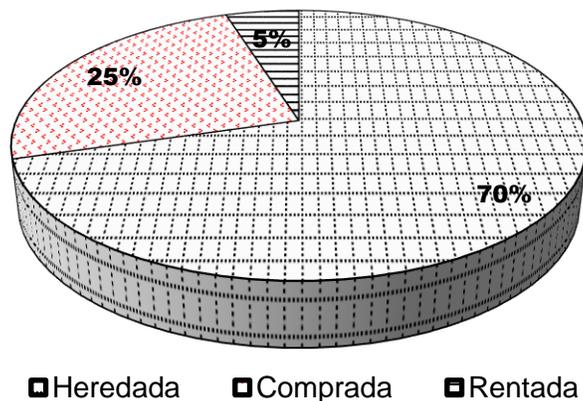
#### 4.2.2 Manejo agronómico del cultivo

Durante la fundación de la localidad de Los Cajones, una gran diversidad de cultivos han ocupado en espacio y tiempo las tierras de los productores, estas sucesiones han surgido de acuerdo a la demandas del mercado y sobre todo a las necesidades económicas de los productores, los que se ven obligados o simplemente por buscar una mejor retribución en los cultivos seleccionados, hay cultivos que se han dejado de trabajar, hasta cultivos que actualmente sobresalen, y representan la mayor superficie sembrada, como es el caso del mango.

La mayoría de los productores (71%) poseen huertas pequeñas, con una extensión promedio de entre 1 y 3 ha. Huertas más grandes corresponden al 11% tienen un área de entre 4 y 6.5 ha, y un mismo porcentaje tiene huertas de entre 7 y 9.5 ha. Solo un 7% tiene huertas de más de 10 ha. Lo que indica que en la comunidad la mayoría son pequeños productores.

La forma de adquisición de huertas de entre los productores entrevistados es el 70 % de los productores fueron heredadas por sus padres y abuelos, el 25% fueron compradas y solamente un 5% rentadas (Figura 15). Caso similar se reportó en el estudio hecho por Hernández-Gómez (2015), donde un 66% de productores de cacao en Chiapas, les fueron heredados sus terrenos y el 34% las adquirió. Este patrón de heredad ocurre en

todos los núcleos agrarios en México, ya que es una práctica muy común entre las familias ejidales (Almeida 2012).



**Figura 15. Forma de adquisición de las huertas de mango por los productores en la comunidad de Los Cajones Michoacán**

La edad promedio de las huertas es de 23 años, muchas de ellas establecidas en 1996, sustituyendo cultivos como pepino, melón y caña de azúcar, así como plantando en parcelas que se utilizaban como potreros. La que presenta mayor edad fue establecida en 1979 por el Adaán Zavala por lo que los árboles tienen 40 años. La huerta que tiene los árboles más jóvenes se plantó en el año 2015 y fue por un productor migrante que decidió regresar a la comunidad a trabajar los terrenos que le habían heredado sus familiares. Aunque en la región comenzaron a establecer el mango alrededor de los años sesenta.

En la mayoría de las veces (90.2 %) es el padre quien trabaja las huertas y solo 39.3 % son ayudados por los hijos. Muy pocos contratan a gente para trabajar por jornales (6.6 %)

Además de las actividades que se realizan para la producción de mango y de algunos otros cultivos, un 27.9 % de los productores incorporan ganado vacuno y 1.6 % trabaja la apicultura. Las barreras vivas que son de vital importancia en la estabilidad de las huertas son variadas en la comunidad, el 21.3 % utiliza árboles frutales y el 13.1 % árboles maderables para delimitar su área.

El cultivar Haden es la que mayor superficie de cultivo ocupa en la comunidad con un 83.6%. Kent y Tommy Atkins ocupan 39.3% y 32.8% respectivamente, y el cultivar Ataulfo con solo 8.2%. El mango criollo es el que menor superficie ocupa con un 4.9%, consecuencia del precio en la comercialización. Estos datos concuerdan con los reportados por Ayala-Ortega *et al.*, (2019) para Michoacán, que la superficie de plantaciones establecidas de Haden y Tommy Atkins ocupan el 90% y en menor cantidad están Ataulfo, Kent y Keitt.

Más del 70 % de las huertas tienen mango c.v. Haden y solo 40 % o menos tienen cultivar. Kent y Tommy Atkins, el cultivar Ataulfo casi no se cultiva y en mucho menor cantidad el mango criollo. Este último de vital importancia para la zona ya que está adaptado a las condiciones agroecológicas del lugar y sirve como porta injerto para los diferentes cultivares que existen en la zona.

La nutrición de los cultivos que es importante porque de ella depende el rendimiento y la producción por ha es variable entre la comunidad, la fertilización convencional la practica 51 de los 61 productores, la combinación de la incorporación de minerales y abonos (organomineral) solo lo aplican 3 productores y la nutrición orgánica solo 3 productores. Y se tiene productores que no incorporan absolutamente nada, dejando como fuente de nutrición únicamente la materia orgánica que se descompone en los suelos (4 productores).

Los productores consideran que existe muy poca incidencia de plagas y enfermedades en sus huertas. En el Cuadro 4 se observan las principales plagas que afectan al cultivo, se destacan los trips y hormigas arrieras (Cuadro 4). El control de estas plagas casi siempre lo realizan mediante control químico utilizando malatión y paratión metílico. El control biológico y cultural, prácticamente no se da en la comunidad solamente una huerta que pertenece a los estudios de caso.

**Cuadro 4. Principales plagas que afectan el cultivo de mango en la comunidad de Los Cajones Michoacán**

Item	Mínimo	Máximo	Mediana	Desv.	C.V.	Evaluación
Mosca de la fruta	1	4	1.00	0.686	53.59	Nada
Trips	1	4	2.00	0.785	41.97	Muy poco
Escamas	1	3	1.00	0.256	24.85	Nada
Hormigas	1	4	2.00	0.996	49.06	Muy poco
Se evaluó por la mediana	1 nada	2 muy poco	3 poco	4 mucho		

La escoba de bruja y cenicilla son las únicas enfermedades que los encuestados consideran que afectan sus cultivos. Aunque de vez en cuando se presentan algunas otras enfermedades como se indica el Cuadro 5.

**Cuadro 5. Principales enfermedades que afectan el cultivo de mango en Los Cajones de Michoacán**

Item	Mínimo	Máximo	Mediana	Desv.	C.V.	Evaluación
Gomosis	1	3	1.00	0.284	27.04	Nada
Cáncer	1	3	1.00	0.331	30.64	Nada
Escoba de bruja	1	3	3.00	0.663	61.38	Poco
Antracnosis	1	4	1.00	0.396	36.00	Nada
Cenicilla	1	3	2.00	0.728	43.85	Muy poco
Roña	1	3	1.00	0.128	12.54	Nada
Fumagina	1	2	1.00	0.590	57.84	Nada
Otro	1	1	0.00	0.128	8.95	Nada
Se evaluó por la mediana	1 nada	2 muy poco	3 poco	4 mucho		

Para el control de arvenses el 88.5% de los productores usan herbicidas de síntesis química, un 68.8% utiliza el control manual y mecánico lo hacen solo un 34.4 % y solamente un 21.3 % utilizan sus animales en pastoreo para el control. La cantidad de herbicida por ha utilizado varía entre los productores 72.1 % aplica uno a tres l por ha, 19.7 % aplica más de 4 litros y solo 8.2 % no hace uso de herbicida. En relación al uso de agroquímicos la mayoría de los productores no reciben ni solicitan asistencia técnica para sus cultivos, y los pocos que recibieron la asistencia consideran que nunca les ayudo en la mejora de sus cultivos.

Todos los encuestados realizan podas de saneamiento al terminar la época de producción, entre los meses de julio y agosto. Algunas veces realizan podas de formación y nunca realizan rejuvenecimiento de los árboles (Cuadro 6).

**Cuadro 6. Estadísticos descriptivos de los tipos de podas realizadas**

Item	Mínimo	Máximo	Desv.	C.V.	Evaluación
Poda de formación	1	5	1.168	42.62	Algunas veces
Poda de saneamiento	1	5	0.705	14.84	Siempre
Poda de rejuvenecimiento	1	3	0.511	10.78	Nunca

Se evaluó por la mediana      1 nunca    2 rara vez    3 algunas veces    4 mayoría de veces    5 siempre

Como se dijo en el estudio etnográfico la presa ubicada en el río Acúmbaro provee de agua a los Cajones para el riego de los cultivos, el 96.7% de los encuestados, realizan los riegos con agua rodada, únicamente el 3.2% tiene sistema de riego por goteo. La principal fuente de abastecimiento de agua para los productores, proviene del canal principal construido de cemento, recorre las orillas de algunos terrenos de cultivo, y por canales secundarios se hace llegar el agua a todas las áreas de regadío y el 6.6% tiene acceso libre al caudal del río. Casi la mitad de los productores encuestados hacen uso del agua para los riegos durante 12 horas solo 37.7 % la utiliza por 24 horas y el menor tiempo de aprovechamiento del agua que son 3 horas lo usa el 1.6 % de productores.

#### 4.2.3 Características de los suelos

El análisis de la fertilidad de los suelos es una actividad que los productores deberían hacer en sus huertas al menos una vez al año, sin embargo, la mayoría de estos no realizan muestreo y no les parece importante monitorear la capacidad nutrimental de sus suelos. Hablar que el 95.1 % de los encuestados no realizan ni han realizado análisis, implica un descuido en el manejo de la nutrición de los suelos, que se ve reflejado en la producción del cultivo. Y es que para proveer sustentabilidad de los suelos es necesario incorporar parte de los nutrientes que son extraídos por el sistema de producción, estrategias para incorporar minerales al suelo son varias, lo que considero que es

necesario es capacitar a los productores en la necesidad de mantener la fertilidad de los suelos.

El 50.8% clasifica sus tierras de dos tipos; tierra roja y barro negro; el 41% menciona que únicamente hay un tipo de suelo que le llaman tierra roja. El 6.6% logra identificar tres diferentes tipos de tierra que son cascajo, tierra negra, tierra roja y solo el 1.6% reconoce que existen cuatro diferentes tipos de suelo en su huerta (Cuadro 7).

**Cuadro 7. Diversidad de suelos clasificados por los productores en las huertas de mango de los Cajones Michoacán**

Tipos de suelo	Frecuencia	Porcentaje	Clasificación del productor
1	25	41.0	Tierra roja
2	31	50.8	Tierra roja, barro negro
3	4	6.6	Tierra roja, barro negro y cascajo
4	1	1.6	Tierra roja, barro negro, cascajo y tierra de playa

La incorporación al suelo de los residuos orgánicos es importante, ya que favorece la formación de materia orgánica que puede ser aprovechada por el cultivo, además de promover diversidad de microbiología y favorecer la estructura y estabilidad del suelo. La mayoría de los productores nunca hacen aprovechamiento de los residuos tanto de cosechas como de podas, consideran que sus suelos tienen poca cantidad de organismos benéficos sin embargo catalogan la calidad del suelo como buena, aunque el nivel de cobertura vegetal que tienen es poco. Esta apreciación tiene mucho que ver con la falta de capacitación a los productores para producir, conservar la sustentabilidad de sus suelos.

En la comunidad los suelos de las huertas no tienen niveles de pendientes pronunciadas por lo cual prácticamente no hay procesos de erosión del suelo. La retención de humedad y la infiltración de agua mencionan que son buenas ya que no presentan problemas con alguno de estos dos parámetros.

En la profundidad de los suelos, los productores consideran que tienen suelos profundos (66.6 %) y un 34.4 % los considera suelos poco profundos, esto tiene que ver con que hay huertas con mucha piedra y baja disponibilidad nutrimental.

#### 4.2.4 **Ámbito social**

Los padres y abuelos son la base fundamental en el conocimiento adquirido por la mayoría de los productores, ya que mediante ellos aprendieron a realizar las labores del campo. Los encuestados consideran de gran importancia seguir transmitiendo sus conocimientos a las nuevas generaciones, se detectó que los hijos de los productores tienen mucho interés en continuar trabajando el cultivo de mango u otros. Aguirre-Cadena *et al.*, (2016) mediante una encuesta realiza en Veracruz, los productores mencionaron que el método tradicional de aprender a trabajar algunos de los componentes de sus cafetales, se logra mediante la transmisión de conocimientos de abuelos a padres y de estos a hijos. Esto es de suma importancia, ya que el conocimiento tradicional sobre el medio ambiente, plantas e interacciones, es parte fundamental de los campesinos para tomar decisiones en las actividades agrícolas, así como reducir los posibles riesgos y optimizar los recursos con los que cuentan (Miranda-Trejo, 2009).

De acuerdo con las características de las localidades rurales según el diagnóstico de la capacidad productiva de los hogares rurales y pérdidas post-cosecha realizada por el CONEVAL (2014), afirma que casi toda la totalidad de las comunidades rurales cuentan con escuelas de nivel preescolar (96%) y primaria (97%) y en menor número de comunidades secundaria (77%) y preparatoria (31%). Sin embargo Los Cajones únicamente forma parte de los tres primeros porcentajes mencionados. Algunos productores clasifican los servicios de educación como regulares, porque solamente existe hasta nivel secundaria, si se desea continuar con otro nivel de estudios, tienen que desplazarse a otras comunidades o ciudades vecinas.

Respecto a los servicios de salud el CONEVAL (2014) sostiene que el 70% de las comunidades cuentan con centro de salud o clínicas y un 16% cuenta con clínicas o consultorios privados, de esta manera Los Cajones forma parte de las estadísticas. Mas, sin embargo, el servicio de salud es calificado como regular porque el centro de salud que existe, los servicios que ofrecen son ineficientes mencionan algunos productores de mango, por lo cual en ocasiones llegan a recurrir a los servicios privados que hay en la comunidad.

El 91.8% de los productores no forman parte de alguna organización o grupo de productores, trabajan de manera independiente y ellos mismo toman sus propias decisiones. El 8.2% únicamente está inscrito en alguna organización, pero en la forma de trabajar de esta, algunos están de acuerdo o indiferentes, aunque se les tome en cuenta. Los beneficios que obtienen son cursos o algunas veces asesorías y la venta de la producción más rápida y segura. Tal como Vázquez-López *et al.*, (2017) encontraron resultados obtenidos en productores de café, los cuales el 93% de los encuestados respondieron no pertenecer a alguna organización.

Los encuestados se sienten totalmente satisfechos con la producción que generan sus huertas de mango, ya que recuperan la inversión inicial. De igual forma productores de caña de azúcar en diferentes estados de la republica tienen un alto grado de satisfacción y conformidad, ya que ellos mencionan que los ingresos anuales obtenidos de la producción son seguros y con menores esfuerzos. Finalmente, productores de moringa y jatropha también se consideran satisfechos con las ganancias que obtienen por la producción del cultivo (Salas-Martínez y Valdés-Rodríguez 2018).

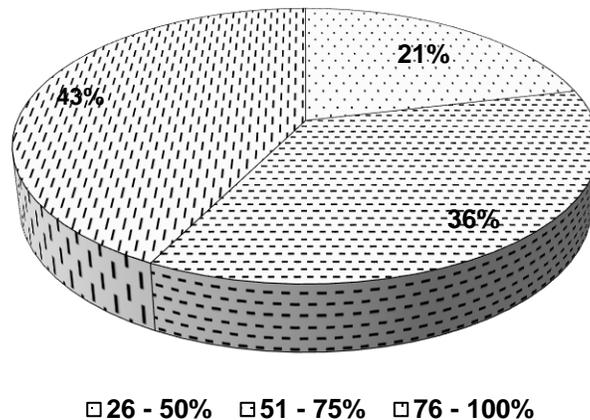
En cuanto a la relación y la comunicación que existe entre los productores la mayoría considera que es buena. Asimismo, mencionan que a veces hay apoyo entre ellos para la solución de problemas dentro o fuera de sus huertas. Como plantea Guillen *et al.*, (2016) al enfatizar que la organización tradicional de los productores permite el funcionamiento de la agricultura. Ya que la mayoría de las sociedades rurales se organizan con el objetivo principal de reducir las disyuntivas de la actividad agrícola, así como mantener estables las condiciones de producción y solventar los momentos cuando se requieren mayor demanda de mano de obra. Podríamos destacar que en Los Cajones hay actividades que los productores realizan en conjunto, donde se destaca, el 95.1% hacen limpieza de canales y del canal principal de agua. El 18% hacen limpieza de caminos, el 6.6% realizan y solicitan proyectos en conjunto y el 1.6% promueve cursos o talleres para la producción de mango.

Los productores nunca intervienen en actividades en la comunidad, ni promueven actividades recreativas, culturales o educativas. Los productores que son ejidatarios dan cooperación anual solamente, para las fiestas del pueblo. En particular mencionan que

generan ingresos y empleo para la comunidad y este último para comunidades vecinas a Los Cajones.

#### 4.2.5 Actividad económica

La actividad económica de la comunidad se basa principalmente en la cadena productiva del mango, que durante 6 meses, tiempo aproximado que dura la cosecha de los variedades que se cultivan, provee de trabajo fijo durante esta temporada a mujeres y hombres de la localidad sean o no productores. El 43 % de los productores encuestados consideran que los ingresos obtenidos mediante la producción de su huerta les aportan más del 75% de sus recursos económicos totales. El 36% les aporta del 51 al 75% de su economía total y el 21% el cultivo les aporta menos del 50% de sus ingresos (Figura 16).



**Figura 16. Ingresos obtenidos de la producción de mango en Los Cajones Michoacán**

Cada uno de los productores buscan estrategias para incrementar sus ingresos siembra de otros cultivos principalmente maíz con el 31.1%, el 18% trabaja como jornalero y el 13.1% tiene otros oficios (albañilería), otro 13.1% recibe programas de apoyo gubernamentales. Las remesas son el ingreso alterno con menos cantidad de encuestados que las reciben con el 6.6% (Cuadro 8).

### **Cuadro 8. Fuente de ingresos alterno de los productores de mango en Los Cajones Michoacán**

Ingreso	Frecuencia	Porcentaje
Otro cultivo	19	31.1
Remesas	4	6.6
Jornalero	11	18
Comercio	6	9.8
Oficio	8	13.1
Programa gobierno	8	13.1
Otro	14	23

El 31.1% de los productores solicita créditos para la producción del cultivo y recurren a cajas de ahorro, empaque, agroquímica o algún familiar cercano. Los montos solicitados van desde 5 mil hasta 120 mil la mayoría de las veces solicitan de 10 a 20 mil pesos.

Los préstamos que se solicitan la mayoría de las veces se utilizan para la inversión de la huerta. El 34.9 % de los productores invierten entre 8 y 10 mil pesos por ha, algunos comentan que llegan a invertir entre 12 y 25 mil pesos (59 %). Ayala-Garay *et al.*, (2009) documentan que el precio de producción en la región en promedio es de 12 mil pesos por ha, pero de acuerdo a los productores encuestados de Los Cajones mencionaban que todo dependía del manejo y la reacción de los arboles a las aplicaciones y aspersiones cuando se encuentran preparando las huertas ya que las fertilizaciones requieren inversión.

De la producción total de mango el 88 % se vende a la empacadora, esto por la facilidad que proporciona a los productores de ir a realizar los cortes de fruta, el 8% efectúa la venta a intermediarios y el 2% lo vende en pie de huerta o la renta hasta que se cosecha la fruta. De esta manera todos tiene asegurada la venta de su producción, ya sea para exportación o venta nacional. Los productores mencionan que de los años 2015 a 2018 han recuperado el total.

La mayoría de los encuestados nunca han solicitado apoyo a SADER para el campo. Los pocos que lo solicitaron mencionaron que nunca les llegó dicho apoyo y si aportaron

dinero sin tener éxito alguno. Hubo quienes solicitaron maquinaria, infraestructura, apoyo económico e insumos y si han tenido éxito que llegue dicho recurso.

En relación al destino de los ingresos totales, algunos de ellos los destinan a comida, vivienda, pago de luz, compra de gas, mantenimiento de transporte, mano de obra que contratan y compra de insumos agrícolas (Cuadro 9).

En algunas ocasiones los productores contratan personal para realizar trabajos dentro de la huerta, como son poda, fertilización y limpieza, en promedio llegan a contratar dos personas por actividad. Los encuestados mencionan que el riego es hecho por ellos mismos, por lo que para esta actividad no contratan persona. Cuando el fruto tiene como destino la empacadora esta contrata a los cortadores pagando entre 200 y 250 pesos por día. El corte de la fruta es realizado cuando el producto va a la empacadora el corte de la fruta es efectuado empacadoras por lo que el productor no interviene en esta actividad, cuando se destina a ese punto de venta. El pago por día de trabajo el 91.8% de los productores pagan 250 pesos y el 8.2% pagan el día en 200 pesos.

**Cuadro 9. Principal destino de los ingresos económicos obtenidos de la producción de huertas de mango**

Ítem	Mínimo	Máximo	Mediana	Desv.	C.V.	Evaluación
Comida	1	4	3.00	0.588	17.24	Regular
Salud	2	4	2.00	0.531	21.85	Poco
Educación	1	4	2.00	1.305	59.05	Poco
Vivienda	2	4	3.00	0.564	20.97	Regular
Pago luz	2	4	3.00	0.412	14.26	Regular
Pago teléfono	1	3	1.00	0.721	47.43	Nada
Compra de gas	2	3	3.00	0.218	7.39	Regular
Ropa	1	3	2.00	0.501	21.69	Poco
Celular	1	3	2.00	0.675	30.00	Poco
Transporte propio	1	4	3.00	0.876	29.20	Regular
Mano de obra	1	4	3.00	0.851	31.87	Regular
Insumos agrícolas	1	4	3.00	0.739	22.88	Regular
Compra de animales	1	4	1.00	0.887	59.93	Nada
Se evaluó por la mediana	1 nada		2 poco		3 regular	4 mucho

#### 4.2.6 Análisis de correlación de los datos

En esta sección se determinó la relación que existe entre las variables sociodemográficas y las distintas secciones del cuestionario.

En el Cuadro 10 se muestran las relaciones, por correlación de Spearman, seleccionada después de hacer pruebas de normalidad Shapiro-Wilk ( $\alpha=0.05$ ) de todas las variables y elegir pruebas no paramétricas, entre la producción de mango y los aspectos de manejo agronómico, manejo del suelo, ámbito social y actividad económica que conforman las cinco secciones del cuestionario.

**Cuadro 10. Correlación de Spearman ( $\alpha=0.05$ )**

	Variables	Rho	P-value	Nivel significancia
Sección 1-2				
1.	Edad-hijos	0.446	0.000	**
2.	Edad-otro	-0.334	0.007	**
3.	Edad- #aplicaciones químico	-0.268	0.037	*
4.	E.civil-barrera viva	0.267	0.038	*
5.	Ultimo grado-Padre	-0.254	0.048	*
6.	Ultimo grado-Hijos	-0.366	0.004	**
7.	Ultimo grado-Otro	0.372	0.003	**
8.	#dependientes-Padre	0.455	0.000	**
9.	Comercio-Nutrición	0.272	0.034	*
10.	Empleo-Tenencia	0.487	0.000	**
11.	Empleo-Padre	-0.357	0.005	**
12.	Empleo-Otro	0.467	0.000	**
13.	Jornalero-Ganadería	0.465	0.000	**
14.	Edad-Caldos minerales	-0.390	0.002	**
15.	Edad-Riego/mes	-0.388	0.002	**
Sección 1-3				
16.	Edad-Presencia de organismos	0.053	0.005	**
17.	Jornalero-Alimento de ganado	0.317	0.013	*
Sección 1-4				
18.	Edad-Abuelo	0.257	0.045	*
19.	Edad-Tíos	-0.359	0.005	**
20.	Edad-Interés de hijos	0.284	0.027	*
21.	E.civil-Interés de los hijos	0.284	0.26	*
22.	E.civil-Relación y comunicación	-0.374	0.003	**
23.	#Habitantes -Generan ingresos	0.281	0.028	*
24.	#Dependientes-Interés de los hijos	0.333	0.009	**
25.	Comercio-Relación y comunicación	0.370	0.003	**
26.	Empleo-Actividades en la comunidad	-0.323	0.011	*
27.	Remesas-Miembro de organización	-0.432	0.001	**

28.	Remesas-De acuerdo con organización	0.432	0.001	**
29.	Remesas-Toman en cuenta al productor	0.455	0.000	**
30.	Remesas-Satisfecho con la producción	0.294	0.021	*
31.	Remesas-apoyo entre productores	0.272	0.034	*
Sección 1-5				
32.	Edad-Jornalero otro ingreso	-0.457	0.000	**
33.	Edad-Programa de gob otro ingreso	0.564	0.000	**
34.	Edad-Educación	-0.327	0.010	**

## Análisis de la información

### *Sección 1-2: Información sociodemográfica y manejo agronómico*

- Los productores de mayor edad son los que tienen el mayor número de hijos.
- Los productores de menor edad, son apoyados por otras personas (no familiares) en el trabajo de la huerta. Además, hacen mayor uso de aplicaciones de químicos en sus cultivos.
- La mayoría de los productores que son casados tienen establecidas cercos perimetrales o barreras vivas en sus terrenos.
- Los productores que tienen menor grado académico son los que trabajan más sus huertas y regularmente son los padres.
- Los productores con mayor grado académico reciben mayor ayuda de otras personas, muchas veces por contrato.
- Los padres que tienen mayor número de dependientes son los que se encargan del trabajo de la huerta.
- Los productores que además se dedican al comercio, hacen uso de insumos organominerales u otros.
- Los productores que tiene un empleo fijo, utilizan huertas rentadas o algún otro tipo. También, se apoyan de otras personas para el trabajo de la huerta.
- Algunos productores que además trabajan como jornaleros, también se dedican a la ganadería.

- Los dueños de huertas de mayor edad utilizan poco los caldos minerales para el control de las enfermedades y realizan menos cantidad de riego por mes. Además, aprecian que en el suelo hay organismos benéficos.

### *Sección 1-3 Información sociodemográfica y características del suelo*

- Los productores que además trabajan como jornaleros hacen uso de los residuos para alimentar el ganado.

### *Sección 1 y 4 Información sociodemográfica y aspecto social*

- La mayoría de los productores de mayor edad fueron enseñados a trabajar el campo por sus abuelos.
- Algunos productores de menor edad, fueron enseñados a trabajar por sus tíos.
- La mayoría de los hijos que tienen padres con edades avanzadas les interesa seguir trabajando el campo.
- La mayoría de productores casados fomentan el interés del campo hacia los hijos.
- La mayoría de los productores considera que hay buena relación entre ellos.
- Algunos productores consideran que es posible que con un mayor número de habitantes se puedan generar mayores ingresos ya que habría mayor mano de obra o quizá más área de explotación del mango.
- Los productores con mayor número de dependientes económicos, promueven el interés de sus hijos al campo y seguirlo trabajando.
- Los que además de producir mango se dedican al comercio, consideran que existe buena relación entre los productores.
- Los que tienen empleo fijo consideran que no es necesario realizar actividades en la comunidad.
- La gran mayoría de los productores no pertenecen a ninguna asociación. Los que si pertenecen no conocen el funcionamiento de la organización y casi nunca se les toma en cuenta.

- La mayoría de los productores se sienten totalmente satisfechos con sus producciones.
- La mayoría considera que a veces existe apoyo entre los productores para solucionar problemas del cultivo.

#### *Sección 1- 5 Información sociodemográfica y actividad económica*

- El productor con mayor edad obtiene ingreso extra por parte de gobierno, en especial en programas de ayuda a la tercera edad.
- Los productores con mayor edad consideran que hay buenos servicios de educación.

### **4.3 Análisis de diferentes sistemas de manejo de tres huertas de mango en la comunidad de Los Cajones, Michoacán**

Las entrevistas semiestructuradas que se realizaron a informantes clave y los cuestionarios aplicados a 61 productores de mango, permitió obtener información suficiente para lograr identificar los diferentes manejos de las huertas en la localidad. Una vez identificados los tres manejos que existen, se procedió a localizar a productores que trabajaran bajo esas características. Por medio de don Genaro Arriaga productor de la zona quien realiza el manejo de su cultivo con fertilización mineral e incorporación de abonos (organomineral), y que lo conocí recorriendo las brechas de las huertas y que amablemente ofreció su huerta para participar en la investigación, se tuvo el acercamiento a don Manuel Zavala otro de los productores dueños de una huerta en estudio el cual realiza un manejo orgánico. Y David Constantino, productor que trabaja su cultivo mediante un manejo convencional con la incorporación de ganado vacuno se contactó por medio de un conocido de la localidad.

#### **4.3.1 Calidad del suelo *in situ* de las tres huertas de mango**

La calidad del suelo que sustenta la nutrición de los árboles de mango fue estudiada desde el punto de vista físico, químico y biológico. Encontrando en las huertas suelos arcillosos (organomineral y orgánica) y arenoso (convencional), en ambas huertas los

suelos tienen una profundidad de 10 a 15 cm con residuos en varios estados de descomposición, contrario a lo encontrado en la huerta convencional (Cuadro 11). La cobertura del suelo es un elemento fundamental para este tipo de ecosistema, en especial en lo que se refiere a la protección del suelo y la conservación del agua (Infante 2015).

En ninguna de las tres huertas se observa degradación del suelo al no poseer con pendientes, además Chagas *et al.*, (2019) plantean mediante un estudio realizado en huertas de mango que la descomposición de los residuos vegetales del árbol de mango en época de lluvias es similar en cantidad y tiempo que a la de un bosque, promoviendo formación de suelo y ciclaje de nutrientes. La productividad más alta del cultivo se da en la huerta orgánica, seguida por la organomineral y la convencional. Dhara y Sharma (2015), mediante un estudio realizado en sistemas de mango bajo un enfoque agroforestal e intercalado con cultivos de leguminosas obtuvieron más producción, lo que podría ser por efectos sinérgicos que existen en los componentes del sistema.

La huerta orgánica tiene certificación de buenas prácticas, y no realiza aplicación de fertilizantes químicos, sin embargo, sus aportes nutrimentales los realiza mediante la incorporación al suelo de residuos vegetales de podas, abonos verdes, compostas, enmiendas orgánicas y aplicación foliar de biofertilizantes, manejos similares del cultivo reportaron Medina-Urrutia *et al.*, (2011) en estados productores de México. Contrario a la huerta bajo manejo convencional, que su mayor incorporación es mediante fertilización química y nunca realizan enmiendas orgánicas. En cuanto al manejo organomineral el productor aplica dosis bajas de fertilizante y algunas veces realiza enmiendas orgánicas. Das *et al.*, 2009 sugieren que al combinar fertilizantes químicos y orgánicos mejora la floración y el rendimiento.

El pH en las huertas organomineral y en la convencional es neutro (7.1) y en la huerta orgánica el pH es de (8.1) lo que implica una baja disponibilidad de algunos nutrimentos y fosforo, por lo que el productor usa la aplicación de fertilización foliar para corregir esa disponibilidad (Cuadro 11).

**Cuadro 11. Variables seleccionadas por los productores para medir la calidad del suelo**

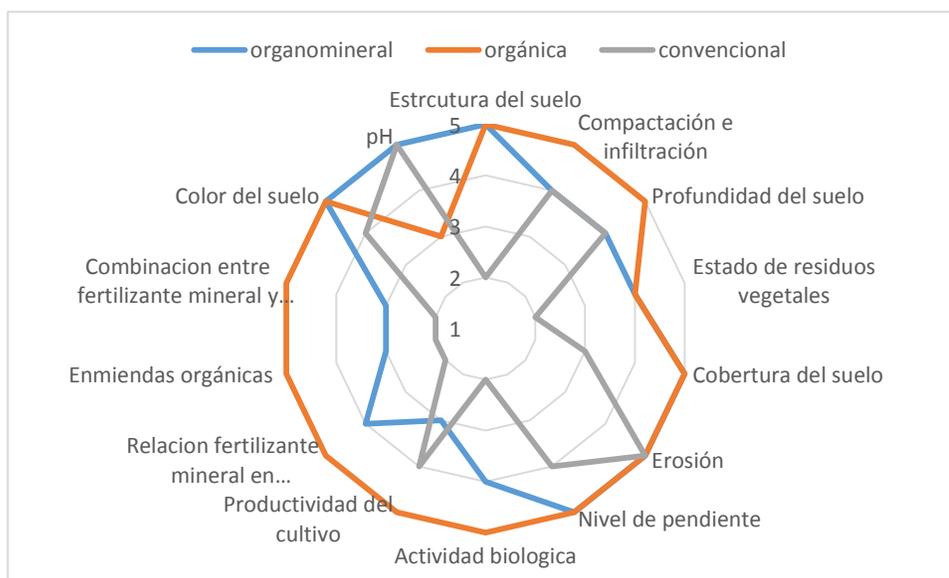
Ítem	Estudio de caso			Datos de la comunidad
	Organomineral	Orgánico	Convencional	
<b>Estructura del suelo</b>	Arcilloso	Arcilloso	Arenoso	-Arcilloso -Arenoso
<b>Compactación e infiltración</b>	Suelo no compacto, el agua se infiltra medianamente moderado	Suelo no compacto, el agua se infiltra fácilmente	Suelo no compacto, el agua se infiltra medianamente moderado	-----
<b>Profundidad del suelo</b>	Suelo superficial profundo 10-15 cm	Suelo superficial profundo >15 cm	Suelo superficial profundo 10-15 cm	-Suelos profundos -Suelos poco profundos
<b>Estado de residuos vegetales</b>	Residuos en varios estados de descomposición y residuos viejos bien descompuestos	Residuos en varios estados de descomposición y residuos viejos bien descompuestos	Sin presencia de residuos orgánicos	-----
<b>Cobertura del suelo</b>	76 – 100 %	76 – 100 %	26 – 50 %	26-50 % 76 -100 %
<b>Erosión</b>	Sin degradación aparente	Sin degradación aparente	Sin degradación aparente	Sin degradación aparente
<b>Nivel de pendiente</b>	0 – 5 %	0 – 5 %	6 – 15 %	0 – 5 %
<b>Actividad biológica</b>	Presencia de actividad biológica en gran parte de la superficie	Presencia abundante en todo el terreno de lombrices y artrópodos	Mínima actividad biológica	Presencia abundante
<b>Productividad del cultivo</b>	Media, producción media de la región	Alta, más de la producción media en la región	Producción entre la media y poco más de la media	-----
<b>Relación fertilizante mineral en productividad</b>	Se aplica fertilizante en dosis bajas	No hay uso de fertilizantes	No requiere, pero aplica más fertilizante de lo recomendado	-----
<b>Enmiendas orgánicas</b>	Algunas veces	Siempre las hacen o se aplican	Nunca se hacen ni se aplican	-----
<b>Combinación entre fertilizante mineral y orgánico</b>	Cantidades similares de ambos fertilizantes	Solo Fertilizante orgánico	Mucho fertilizante mineral/poco orgánico	Mucho fertilizante mineral/poco orgánico
<b>Color del suelo</b>	Negro	Negro	Marrón	-----
<b>pH</b>	7.1 ideal	8.1 algunas restricciones	7.1 ideal	-----

Los valores obtenidos del análisis del suelo *in situ*, permitieron integrar e interconectar algunas propiedades físicas químicas y biológicas de las tres huertas de estudio. A través de la gráfica de ameba (Figura 17), es posible verificar si estas propiedades favorecen la

sustentabilidad de las huertas. En la figura se observa que los suelos de las huertas orgánicas y organomineral tiene propiedades similares, no así la convencional.

Sin embargo, en la productividad del cultivo, la huerta organomineral tuvo una producción media regional, y la orgánica mayor que la medida de la región. En la huerta convencional se obtienen rendimientos un poco superiores a los de la media regional esto porque además de la fertilización convencional que hacen forzar la producción a través del anillado.

Al contrastar los resultados de las huertas de la comunidad con las tres huertas de estudio, se encontró que los tipos de suelos predominantes tienden a ser arcillosos y arenosos, mismos que los productores los consideran de poco profundos a profundos. El nivel de pendiente en las huertas es mínimo, presentándose niveles menores de 5 %, y los productores consideraron que no hay erosión visible. Se considera que la actividad biológica es abundante dentro de las huertas de mango.



**Figura 17. Resultados de la evaluación de la sustentabilidad del suelo *in situ* en tres huertas de mango en Los Cajones, Michoacán**

La fertilización se lleva a cabo con fertilizantes minerales en cantidades considerables mientras que los productores utilizan poco las fertilizaciones orgánicas. Lo anterior hace

identificar que, en los Cajones, Michoacán predominan los suelos de una huerta de tipo convencional.

#### **4.3.2 Manejo de la biodiversidad**

La evaluación en el manejo de la biodiversidad consideró elementos de estructura y diversidad, los resultados (Cuadro 12) demostraron diferencias en cada una de las tres huertas. En ellas existen dos cultivares del cultivo principal, catalogándose como sistema de monocultivo.

La huerta bajo el manejo orgánico es la que presenta un mayor aprovechamiento en el área libre de cultivo, obteniendo una biodiversidad productiva de 6 a 7 especies, contrario al manejo convencional que no utiliza nada de superficie para establecer algún otro cultivo, y tiene únicamente una especie aprovechable. y la huerta con manejo organomineral, utiliza menos de 25% de superficie libre del cultivo y únicamente cuenta con una especie aprovechable. Altieri y Toledo (2011) mencionan que al realizar policultivos es una estrategia para la reducción de riesgos contra las enfermedades, plagas, sequías y otros problemas. Los rendimientos son estabilizados a largo plazo, a su vez se incrementa las opciones de alimentación y se maximiza la rentabilidad en la producción.

Las huertas bajo manejo convencional y organomineral tienen menos del 12 % de su perímetro con barreras vivas, y el manejo orgánico más del 50 % de su perímetro, el productor tiene establecidas en sus barreras vivas especies frutícolas y maderables.

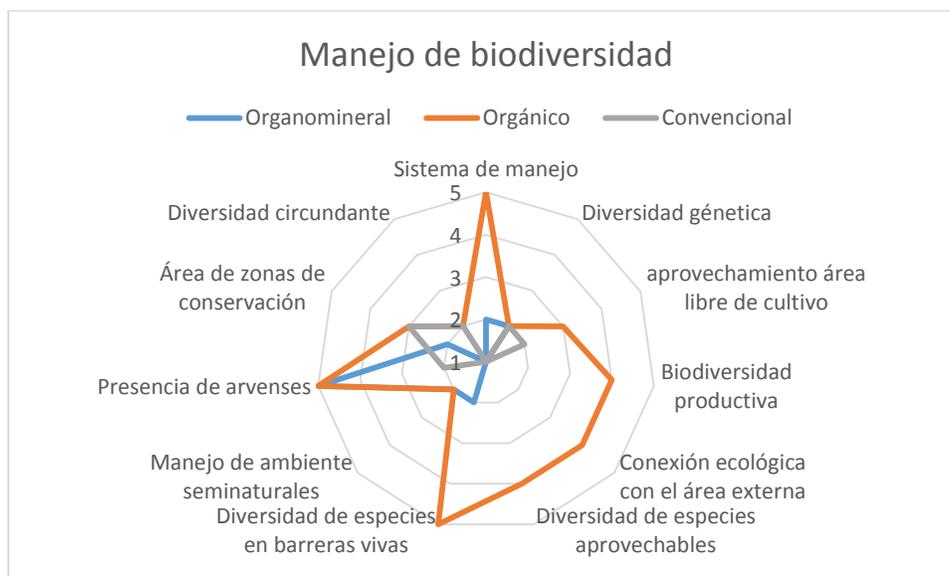
En las huertas bajo manejo organomineral y orgánico existe manejo de ambientes seminaturales de manera indirecta ya que no se contemplan las funciones que aportan, mayormente predominando en temporada de lluvias y una mínima parte en temporada secas, de igual manera ambos manejos durante todo el año hay presencia de arvenses. El productor que realiza manejo convencional no realiza manejo de ambiente seminaturales dentro de las huertas y las arvenses únicamente se presentan en las etapas finales del cultivo ya que posterior introduce el ganado para que se alimente.

**Cuadro 12. Variables seleccionadas por los productores en el manejo de la biodiversidad y salud de los cultivos**

Ítem	Estudio de Caso			Datos de la comunidad
	Organomineral	Orgánico	Convencional	
<b>Sistema de manejo</b>	Monocultivo convencional, con uso racional de agroquímicos	Monocultivo orgánico con diversificación, con uso de insumos orgánicos o biológicos	Monocultivo convencional, con alto uso de agroquímicos	Monocultivo convencional, con alto uso de agroquímicos
<b>Diversidad genética</b>	Dos variedades del cultivo principal	Dos variedades del cultivo principal	Dos variedades del cultivo principal	Dos variedades del cultivo principal
<b>Aprovechamiento área libre de cultivo</b>	Nada de superficie	26 – 50 % de superficie	> 25 % de superficie	-----
<b>Biodiversidad productiva</b>	Ninguna	4 – 5 especies	Ninguna	2 – 3 especies
<b>Conexión ecológica con el área externa</b>	Menos del 12% del perímetro posee cercas vivas	Entre el 51 y 75% del perímetro se encuentra rodeado por cercas vivas	Menos del 12% del perímetro posee cercas vivas	Menos del 12% del perímetro posee cercas vivas
<b>Diversidad de especies aprovechables</b>	1 o ninguna especie	6 – 7 especies	1 o ninguna especie	-----
<b>Diversidad de especies en barreras vivas</b>	1 especie	< 3 especies	Ninguna	-----
<b>Manejo de ambiente seminaturales</b>	Existen, pero sin considerar sus funciones	Existen, pero sin considerar sus funciones	No existen	-----
<b>Presencia de arvenses</b>	Durante todo el ciclo del cultivo	Durante todo el ciclo del cultivo	Solo en etapa final del cultivo	-----
<b>Área de zonas de conservación</b>	Únicamente en época de lluvias	Al menos un lado presenta algún área de conservación	Al menos un lado presenta algún área de conservación	-----
<b>Diversidad circundante</b>	Rodeado por cultivos o carretera	Al menos un lado por vegetación natural	Al menos un lado por vegetación natural	Rodeado por cultivos o carretera

Las huertas bajo el manejo convencional y orgánico presentan estrategias de conservación, y también al menos un lado presenta vegetación silvestre, la primera por estar a faldas de un cerro obtiene beneficios como los corredores biológicos y los beneficios ecosistémicos que el cerro puede ofrecer, y la organomineral solamente durante la época de lluvias puede presentar zonas de conservación ya que esta huerta se encuentra rodeada por otras huertas y terracería.

De acuerdo a la ameba (Figura 18), en el manejo de la biodiversidad se observa que la huerta orgánica presenta mayor diversidad circundante, presencia de arvenses, zonas de conservación, conexión ecológica y cercas vivas que las huertas convencional y organomineral. La huerta convencional refleja una menor interacción entre los componentes del agroecosistema



**Figura 18. Resultados del manejo de la biodiversidad en huertas de mango en Los Cajones Michoacán**

De acuerdo con la metodología propuesta por Vázquez *et al.*, (2014) en función de los parámetros evaluados tenemos que en el estudio de las tres huertas hay diferencia en las relaciones que están presentes para tener un agroecosistema más estable y tendiente a la resiliencia.

En la huerta organomineral hay menos elementos que propician interacciones que en la huerta orgánica como barreras vivas y diversidad de especies aprovechables. Esta biodiversidad constituye un indicador del buen funcionamiento de los agroecosistemas que a su vez aumenta su capacidad de autorregulación por las múltiples relaciones entre sus componentes bióticos y abióticos (Vargas-Batis *et al.*, 2014). En la huerta orgánica hay más interacciones que promueven la estabilidad de la huerta como, conexión ecológica con el área externa y biodiversidad productiva.

Para la calidad de suelo la huerta bajo manejo convencional el grado de complejidad determinado es, medianamente complejo, y para el manejo organomineral y orgánico resultaron altamente complejos.

En el análisis de los resultados de las 61 huertas en cuanto al manejo de la biodiversidad (Cuadro 12), se determinó que en todas es monocultivo bajo un manejo agronómico de manera convencional, con un alto uso de agroquímicos. La mayoría presenta dos cultivares de mango, predominando en superficie y cantidad el cultivar Heidi, algunos de los productores además del mango, aprovechan otros cultivos como maíz o árboles frutales que establecen dentro de la huerta. La mayoría de las huertas, su diversificación circundante es nula, ya que se encuentran rodeadas por otras huertas o carretera y muy pocos establecen barreras vivas para la protección del cultivo.

Lo anterior hace identificar que, en los Cajones, Michoacán el manejo de la biodiversidad es similar al de la huerta convencional.

#### **4.4 Manejo realizado en huertas de mango de Los Cajones Michoacán**

La Figura 19 muestra el manejo que los productores realizan dentro de las huertas de mango, las actividades las llevan a cabo durante casi todo el año. La mayoría de los productores, los meses de julio y agosto se encuentran exentos de labores dentro de la huerta, debido a que comienza la época de lluvia y ha finalizado la temporada de cosecha que se extiende a principios de junio según sea el cultivar.

Las podas de saneamiento y fertilizaciones realizadas durante los meses de septiembre y octubre, enmarcan el inicio del ciclo productivo para los productores de la localidad. Que, a su vez, la diversidad de actividades que promueven y aseguran una óptima producción, se distribuyen durante los meses restantes. Cabe señalar que algunos productores difieren en las actividades en tiempo y cantidad de labores a realizar.

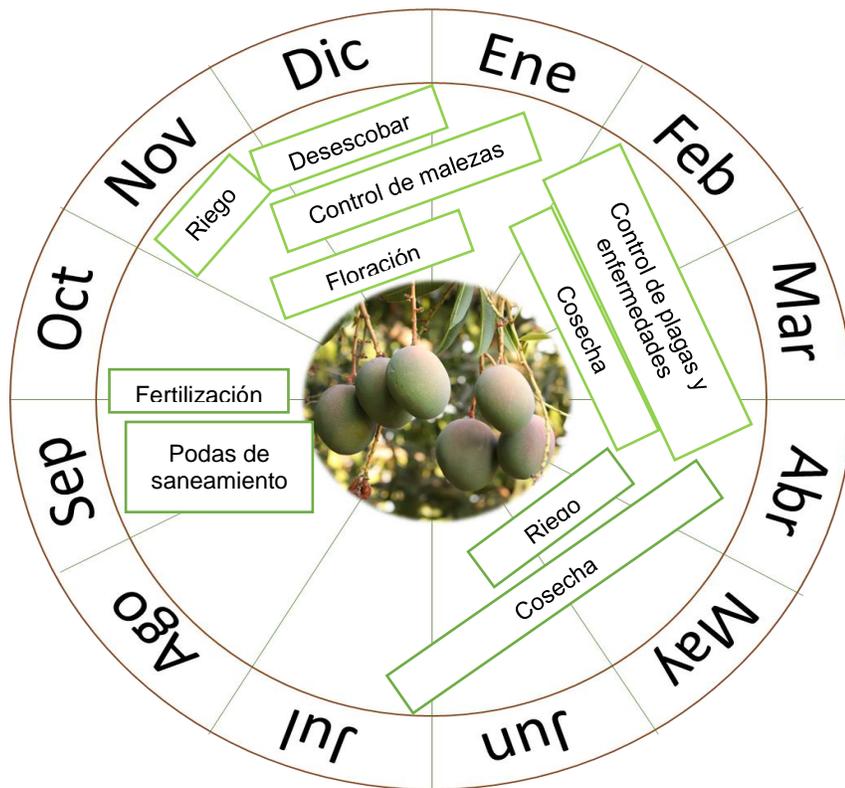


Figura 19. Calendario agrícola de mango en Los Cajones Michoacán

#### 4.5 Elementos favorables a la agroecología y sustentabilidad de Los Cajones Michoacán

Durante la estancia en la localidad, se identificaron aspectos muy importantes los cuales actúan a favor de la agroecología en la comunidad, mismo que fueron dichos por los productores, técnicas o prácticas que siempre han realizado y que a su vez les fueron transmitidas y aprendidas al paso del tiempo. Además, factores que diariamente confluyen en Los Cajones y entre las personas, puede enmarcarse un análisis desde la perspectiva agroecología, y plantear posibles propuestas encaminadas en un bien colectivo de los productores y la comunidad.

a) Socioeconómicos:

- Forman parte de un núcleo ejidal
- Conocimiento mutuo de las personas en la localidad
- Organización social del agua
- Número considerable de jóvenes
- Trabajo familiar en los sistemas de producción
- Transferencia de saberes
- Valoración de las personas mayores
- Continuidad de los trabajos de huertas por los jóvenes

b) Manejo y producción del cultivo

- Abundancia del recurso agua
- Clima ideal para una diversidad de cultivos
- Policultivos
- Diversos cultivos de mango
- Cercas vivas naturales e inducidas
- Superficies con cultivos alternos
- Conocimientos lunares para podas y fertilizaciones
- Integración de especies animales a los sistemas de producción
- Abundante biodiversidad
- Corredores biológicos
- Conocimientos fisiológicos y estrategias de manejo
- Mayor porcentaje de suelos arcillosos
- Rápida descomposición de la materia orgánica
- Suelos con cobertura
- Conocimiento de las diferentes tierras y su fertilidad
- Sistemas de riego rodado
- Cultivos de traspatio para autoconsumo y venta

#### 4.6 Diferencias en el manejo de las huertas de estudio

**Huerta bajo manejo organomineral:** La superficie de la huerta son 2 ha, establecidos cultivos Kent y Heidi (Figura 20). Don Genaro Arriaga (productor) es quien realiza el mantenimiento y trabajo de la huerta. Él contrata jornaleros cuando se requieren realizar trabajos más elaborados. Algunas veces realiza siembra de maíz dentro de las melgas del cultivo. Esta huerta anteriormente estaba bajo un manejo orgánico, pero el productor

menciona que dejó de trabajarla de esta manera porque era difícil encontrar algún comprador y la mayoría de veces terminaba vendiendo la fruta como convencional.



**Figura 20. Cultivo de mango Heidi y Kent en Los Cajones Michoacán**

La nutrición de los árboles la realiza mediante insumos de origen animal como estiércoles, y fertilizantes químicos. Las aplicaciones foliares son hechas con calcio y potasio únicamente, y entre tres o cuatro veces son las que llega a aplicar el productor. Para las aplicaciones al suelo utiliza estiércol de vaca y sulfamin 45 (sulfato de amonio), además de incorporar al suelo todos los residuos vegetales de las arvenses.

El productor menciona que no tiene mayor problema con plagas, y cuando se presentan únicamente son hormigas que defolían el árbol, las cuales combate con malatión. En cuanto a enfermedades únicamente presenta escoba de bruja, y realiza podas de saneamiento después de la cosecha y durante la floración cuando detecta incidencia en los árboles.

El control de arvenses se realiza manualmente, ya que contrata jornaleros para que “chaponien” la huerta, los residuos son incorporados al suelo. El productor menciona que procura mantener la huerta limpia cuando es época de preparación y cosecha esto para tener un mejor acceso y además para proporcionar una ventilación a los árboles durante la floración y producción.

Los riegos a la huerta se hacen mediante agua rodada (Figura 21) la cual, el productor la puede aprovechar durante 12 horas, cada 15 días de acuerdo al rol de riego y disponibilidad, ya que durante la temporada de secano en la región (noviembre a mayo),

especialmente la época de estiaje hay mayor resequeidad en el suelo y se requieren de más horas para regar toda la superficie.



**Figura 21. Riego rodado en huerta de mango en Los Cajones Michoacán**

El destino de la producción que se le da es directamente al empaque, ya que el productor menciona que no tiene que contratar jornaleros para los cortes, y la empacadora lleva a sus propios cortadores. Lo inconveniente que se menciona es que el precio es muy variado de acuerdo a los días que pasan desde que comienza a trabajar la empacadora. La producción está determinada a la exportación, misma que obtiene un precio mayor al nacional.

**Huerta bajo manejo orgánico.** La superficie del terreno es de 2 ha, las cuales están establecidos 200 árboles de mango, la transición hacia el manejo orgánico comenzó durante el año 2008. El productor (don Manuel Zavala) junto con uno de sus hijos, son los encargados de realizar todas las labores que se requieren en la huerta (Figura 22). Esta huerta con certificación de buenas prácticas agrícolas por GLOBAL G.A.P y certificación por la aplicación de Sistemas de Reducción de Riesgos de Contaminación

Además de mango, el productor estableció diferentes árboles frutales dentro del área de cultivo, árboles de papaya, mamey, nanche, y guanábana. También realiza siembra de frijol (Figura 23) que son utilizados para consumo propio y le brinda el beneficio como cobertura vegetal, al igual que abono verde cuando hace la incorporación del material vegetal. Por otra parte, la huerta se encuentra rodeada por cercas vivas, que a través del tiempo han ido integrando con diferentes árboles como yaca, palmas de coco, limón y tecas.



**Figura 22. Don Manuel y familia en labores de la huerta de mango en Los Cajones Michoacán**

La nutrición del cultivo se realiza a través de fertilización foliar y al suelo, los productos utilizados se obtienen mediante la compra y elaboración. Abiomor (humus líquido de lombriz), tierra de diatomeas, cal micronizada y azufre son los insumos que el productor compra. Mientras que caldo sulfocálcico, composta, biofertilizantes y cenizas son de elaboración propia. Las aplicaciones se hacen de acuerdo a la etapa fenológica en la que se encuentre el árbol. Las fertilizaciones al suelo son pocas durante el año, mismas que se realizan con tierra de diatomeas, composta y pasta sulfocálcica, así como la incorporación de residuos vegetales y podas dentro de la zona de goteo del árbol., El productor menciona que utiliza ajo para empezar a calentar los árboles, para prepararlos para la diferenciación floral.

El control de plagas y enfermedades se hace mediante la aplicación de caldo sulfocálcico y la implementación de trampas, aunque mencionan que hay muy poca incidencia. Lo que llega a presentarse con mayor frecuencia es la escoba de bruja, pero es controlada con las podas y caldo sulfocálcico. La limpieza de arvenses se realiza de manera mecánica con el uso de desbrozadora, y el residuo lo dejan en el suelo para que se incorpore.



Figura 23. Cultivo de frijol dentro de las melgas en huerta de mango en los Cajones Michoacán

Los riegos se efectúan mediante agua rodada durante los meses de noviembre a mayo, aproximadamente se realizan 14 riegos. Algunas veces se provecha el riego y se le aplica la pasta sulfocálcica.

La venta de la fruta se realiza a una asociación certificadora, la cual es intermediaria ante una empresa extranjera, el productor menciona que la ventaja es que tiene segura la venta de su producción y no tiene que batallar para encontrar algún comprador, sin embargo, no se encuentra conforme el precio de venta, ya que considera que el valor de su producción debería de ser más alto que lo que le han pago las últimas temporadas.

**Huerta bajo manejo convencional.** La superficie es de 2 ha, únicamente cuenta con árboles de mango (200 árboles). Ken y Heidi son los cultivares establecidos y el productor (David Constantino), es quien realiza los trabajos junto con algún familiar. Además, se tiene la integración de ganado vacuno dentro de la huerta (Figura 24). Algunas veces el productor siembra pequeñas superficies de jamaica y sandia, esto únicamente con el fin de autoconsumo.

La nutrición del cultivo se realiza mediante fertilizantes químicos como 18-46-00 y sulfamin 45 (sulfato de amonio), los cuales se aplican directamente al suelo, aproximadamente aplica de dos a tres veces de acuerdo a la respuesta del árbol. Y las aplicaciones foliares se realizan con calcio y potasio, el productor menciona que llegan aplicar hasta 10 veces cuando se llegan a tener problemas de floración.



**Figura 24. Huerta de mango con integración de ganado**

Las plagas son controladas con productos comprados como malatión y dimetoato, frecuentemente trips y hormigas. Para enfermedades únicamente utilizan caldo sulfocálcio y esto es en la escoba de bruja, ya que afectaciones de otro tipo de enfermedad son mininos o nullos.

Los controles de las arvenses se realizan mediante dos métodos, uno es con el pastoreo, que únicamente se utiliza en los meses que no hay producción, y mediante el uso de algún herbicida, este segundo cuando comienza a crecer el pasto se hacen las aplicaciones para controlarlo. Los restos de podas no se aprovechan ya que son quemados.

Los riegos aproximados que se realizan varían de 12 a 15 durante los meses de noviembre a mayo, de acuerdo a la disposición del agua y la necesidad del cultivo. Se hacen mediante riego rodado, aproximadamente de 6 hasta 12 horas pueden hacer uso del agua.

La venta de la producción la realizan a diferentes empaques o en pie de huerta, el productor menciona que él la vende a quien mejor la esté pagando, así pueda ser uno u otro empaque, y la mayoría de las veces ellos mismos cortan la fruta, contratando dos jornaleros cuando la producción está en apogeo.

#### 4.7 Análisis físico y químicos en huertas de mango

A los resultados de los análisis de laboratorio se les realizaron análisis de varianza (ANOVA) con ( $\alpha=0.05$ ), pruebas de homogeneidad de varianzas e independencia de los datos. El Cuadro 13 muestra los resultados del análisis de varianza, de algunas pruebas químicas hechas a suelos de las tres huertas de estudio. De 12 variables de estudio, cuatro resultaron no significativas que son CE, Da, Ca y Na, las restantes fueron altamente significativas como; pH, carbón orgánico, materia orgánica, nitrógeno, fósforo, capacidad de intercambio catiónico, potasio y magnesio.

**Cuadro 13. Significancia estadística de huertas ( $P<0.05$ ) en las variables físicas y químicas de suelos obtenidos en huertas de mango bajo diferentes manejos en Los Cajones Michoacán**

Fuente de variación	pH	CE	Da	CO	MO	N	P	CIC	K	Ca	Na	Mg
Huerta	**	n.s.	n.s.	**	**	**	**	**	**	n.s.	n.s.	**
R <sup>2</sup>	0.469	0.205	0.04	0.628	0.626	0.419	0.284	0.431	0.239	0.172	0.078	0.403
CV	4.25	34.81	15.77	19.03	19.05	24.65	50.40	31.43	44.60	21.01	13.12	3.80
Media	6.92	0.50	1.77	2.02	3.51	1.20	11.61	21.72	0.43	9.47	0.64	32.49

CV= coeficiente de variación. CE= Conductividad eléctrica. Da= Densidad aparente. Co= Carbón orgánico. MO= Materia orgánica. N=Nitrógeno. P= Fósforo. CIC= Capacidad de intercambio catiónico. K= Potasio. Ca= Calcio. Na= Sodio. Mg= Magnesio. \*\*= Altamente significativo ( $P\leq 0.01$ ). ns= no significativo ( $P>0.05$ )

El encontrar significancia en el pH, indica diferencias en el manejo de la fertilización en las diferentes huertas, y esto conlleva a en función del valor conocer que elementos pueden estar inmovilizados o poco disponible para los cultivos. Castellanos *et al.*, (2000) sugieren que un pH del suelo ideal para la absorción nutrimental esta entre un rango de 6.0 y 6.5 ya que a esta escala todos los nutrientes se encuentran disponibles. Aunque otros autores indican que suelos con pH de 6.5 a 7.5 también tienen disponibilidad de los nutrientes y no hay problemas en el manejo de la nutrición. En los suelos de las huertas, los valores de pH fluctuaron entre 6.7 y 7.2 (Cuadro 13), valores indicados por Mora *et al.*, (2002) como ideales para el cultivo del mango. Medina-Méndez *et al.*, (2014) determinaron que el pH en suelos (luvisol) similares a los de las huertas de estudio, aumentaron conforme la edad de los árboles incrementaba, obteniendo valores de 6.6 a 7.1 en árboles de 11 hasta 30 años de edad.

El contenido de carbono orgánico del suelo, permite medir en forma indirecta la estabilidad del suelo, ya que se habla de estructuras moleculares complejas que modifican la calidad del suelo al proveer sitios para el intercambio y producción de material cementante para la formación de agregados (Cotler *et al.*, 2016), lo que mejora la tasa de infiltración, el contenido de biomasa microbiana y reciclaje de los nutrientes. En la huerta organomineral, se cuantificó el valor más alto (2.68 %) le siguió la huerta orgánica con 1.75 %, de la que se esperaba que el valor fuera el más alto, y al final el suelo de la huerta convencional con 1.62 %. Resultados encontrados por Swain *et al.* (2012) en policultivos de mango con integración de guayaba y frijol caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp) indicaron que se obtuvo más contenido de carbón orgánico debido a la descomposición de biomasa de las leguminosas, además de ser el sistema de policultivo que presentaba los mejores valores en diferentes variables físicas y químicas respecto a los demás sistemas en estudio.

La materia orgánica, es una variable usada con mayor frecuencia como indicador de la calidad del suelo, pero no necesariamente está asociada con un mejor estado del sistema (Galatini y Suñer, 2008). Los tres sistemas de producción presentaron niveles aceptables de materia orgánica, oscilando en rangos de medio (2-3%) a alto (3-5%) de acuerdo con Salgado *et al.*, (2006) y NOM-021-RECNAT-2000. La entrada de materia orgánica es aportada principalmente por la vegetación. Los contenidos de MO en suelos arcillosos son mayores que en arenosos, debido a la mayor protección física para la MO (Sánchez-Hernández *et al.*, 2011). Las arcillas ejercen un control sobre la protección de la M.O. a través del tipo y la densidad de sitios activos capaces de adsorber materiales orgánicos y del grado en el cual las arcillas se mantienen en un estado floculado estable. Además, la M.O. sirve como estabilizador en la estructura del suelo al incrementar la cantidad de actividad microbológica ya que la relación de la actividad biológica con las funciones son muy complejas y crean sinergia entre estos dos factores (Diacono y Montemurro 2010).

El contenido de nitrógeno (Cuadro 14), con base en la clasificación de Salgado *et al.*, (2006), Hazelton y Murphy (2016) y NOM-021-RECNAT-2000, indican que los tres suelos presentaron contenidos muy altos (>0.25). El manejo orgánico obtuvo 18 % más

nitrógeno respecto al convencional, esto por las prácticas realizadas al incorporar en la huerta algún cultivo de leguminosas y los residuos de tejidos vegetales de podas y arvenses. La producción organomineral resulto con un 67 % más en comparación a la convencional, puesto que realizan aplicaciones de estiércoles, residuos de pajas y fertilizantes nitrogenados, incluso está por arriba de la huerta con producción orgánica.

En la huerta organomineral la cantidad de fósforo (Cuadro 14) en el suelo fue alto (16.48 mg kg<sup>-1</sup>) de acuerdo a la clasificación Olsen. Los suelos de la huerta orgánica presentaron solo 9.81 mg kg<sup>-1</sup> y el suelo de la huerta convencional cuantifico solo 8.54 mg kg<sup>-1</sup> de P. Estos valores se ubican en rangos de medio (5.5 -11) a alto (>11), rangos propuestos por Salgado *et al.*, (2006) y NOM-021-RECNAT-2000. De acuerdo a las observaciones hechas en las huertas, se considera que el valor más alto de fósforo tiene que ver con el tipo de textura del suelo y el manejo orgánico que se hacía en años pasados y que se cambió a organomineral por no obtener un precio de fruto orgánico. Sin embargo, algunos productores están de acuerdo en que, a pesar de fertilizar las huertas de mango en forma convencional, una buena estrategia es la incorporación de residuos orgánicos (Zhi, 2017).

**Cuadro 14. Valores medios de los parámetros químicos**

Manejo	pH	----- % -----			P mg kg <sup>-1</sup>
		CO	MO	N	
Organomineral	6.70 ± 0.31 b	2.68 ± 0.26 a	4.66 ± 0.45 a	1.59 ± 0.24 a	16.48 ± 6.37 a
Orgánico	6.77 ± 0.19 b	1.75 ± 0.29 b	3.05 ± 0.51 b	1.13 ± 0.17 b	9.81 ± 6.82 ab
Convencional	7.28 ± 0.35 a	1.62 ± 0.53 b	2.82 ± 0.93 b	0.95 ± 0.41 b	8.54 ± 3.95 b
R <sup>2</sup>	0.469	0.628	0.626	0.419	0.284
C.V.	4.25	19.03	19.05	26.65	50.40
DMS	0.34	0.45	0.78	0.34	6.89

CV= coeficiente de variación. DMS= Diferencia mínima significativa. CO= Carbon organico. MO= Materia orgánica. N= Nitrógeno. P=Fósforo. Valores con la misma letra son estadísticamente similares con base a la prueba de Tukey (P≤0.05)

La capacidad de intercambio catiónico es una de las características que el suelo posee, principalmente relacionada con la capacidad de retener cationes que están adsorbidos en las superficies de los coloides del suelo y pueden ser fácilmente intercambiado por otros. Además, proporciona un efecto buffer a los cambios en el pH, nutrientes disponibles, los niveles de calcio y los cambios estructurales del suelo. En términos

generales, es una medida de la potencialidad del suelo para almacenar nutrimentos. (Hazelton y Murphy 2016; Etchevers y Padilla 2012; Ruiz *et al.*, 2013).

La CIC que presentaron los suelos de las tres huertas (Cuadro 15), resultó alta de acuerdo a Hazelton y Murphy (2016) para el manejo organomineral (29.18) y moderada para el manejo convencional (20.56) y orgánico (15.56). Tal como lo mencionan Castellanos *et al.*, (2000) mayores valores de CIC son determinados por dos variables; el tipo y cantidad de arcillas y el contenido de materia orgánica en el suelo. Teniendo en cuenta que la huerta con manejo organomineral presenta mayores valores en estas dos características principales.

Los Cationes intercambiables varían dentro de cada uno de los diferentes manejos agronómicos del cultivo, por lo general se encontraron contenidos moderados (Hazelton y Murphy 2016). Salgado *et al.*, (2006) y NOM-021-RECNAT-2000 bajo su propuesta de clasificación para potasio, los resultados están en los rangos de bajo (0.2 – 0.3) y medio (0.3 -0.6). En los tres diferentes sistemas de cultivo el magnesio supera los 8 cmol/kg<sup>-1</sup>, lo cual indica que presentan contenidos muy altos de este elemento.

**Cuadro 15. Análisis químico de Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) y bases intercambiables en huertas de mango bajo diferentes manejos en Los Cajones Michoacán**

Manejo	CIC	K	Mg
		cmol/kg <sup>-1</sup>	
Organomineral	29.18 ± 6.04 a	0.53 ± 0.19 a	33.84 ± 1.39 a
Orgánico	15.56 ± 2.55 b	0.29 ± 0.16 a	31.70 ± 0.86 b
Convencional	20.56 ± 9.87 b	0.47 ± 0.21 ab	31.94 ± 1.37 b
R <sup>2</sup>	0.431	0.239	0.403
C.V.	31.43	44.60	3.80
DMS	8.05	0.22	1.45

CV= coeficiente de variación. DMS= Diferencia mínima significativa. CIC= Capacidad de intercambio catiónico. K= Potasio. Mg= Magnesio. Valores con la misma letra son estadísticamente similares con base a la prueba de Tukey (P≤0.05)

La densidad aparente para los tres sistemas resultó alta, Cuadro 16 aunque el suelo de la huerta orgánica es quien lo tiene la más baja (1.7 g cm<sup>-3</sup>) lo cual es un indicador de menor compactación y el grado de facilidad o dificultad para las raíces de penetrar el suelo y explorarlo (Castellanos *et al.*, 2000).

Sin embargo, los valores límite de la densidad aparente para el crecimiento de las plantas dependen de la textura del suelo por lo que es importante considerarla. La implementación de maquinaria o el manejo de laboreo de la tierra puede estar generando dicha compactación en el suelo provocando densidades aparentes altas (Brady y Weil, 2010).

**Cuadro 16. Textura y clasificación de suelos en huertas de mango en Los Cajones Michoacán**

Sitio	Textura			Clasificación	Da
	Arena %	Limo %	Arcilla %		
Organomineral	32.8	28.4	38.9	Franco arcilloso	1.79
Orgánico	47.8	33.2	19.0	Franco	1.70
Convencional	51.6	25.3	23.1	Franco arcillo arenoso	1.84

Lo que es importante mencionar es que los resultados de análisis de laboratorio indican que en general los suelos de las tres huertas están dentro de los intervalos de fertilidad media a alta, y que tanto las condiciones geográficas como climáticas han favorecido la conservación del suelo.

Es irónico qué en el caso de MO, y CO la huerta organomineral tenga valores más altos que la huerta orgánica, sin embargo, hay una explicación muy simple, esa huerta pocos años atrás era orgánica, y el dueño cambio el sistema de producción porque desafortunadamente el costo de su cosecha era del mismo precio que una producción convencional, cansado de no encontrar el mercado justo para sus productos decide incluir en la forma de nutrición los fertilizantes químicos. La gran ventaja es que lo aplica en dosis bajas y las combina con fertilización orgánica.

La calidad del suelo que tenía, aún está manteniendo una resiliencia en los suelos que en su momento eran más estables con la aplicación única de materia orgánica. Ojalá el productor quisiera hacer la transición otra vez a producción orgánica, sobre todo porque en la actualidad está habiendo auge y mercado a estos productos.

La huerta denominada convencional, en alguna etapa del año cuenta con el estiércol de los animales que entran a pastar, y de alguna forma se incorpora al suelo favoreciendo

su estructura. A pesar que utiliza herbicidas y fertilizantes sintéticos para la nutrición de los árboles.

Cada dueño de las huertas clasifico su propiedad y a pesar que la producción por hectárea es diferente en las tres, cada uno está conforme con su producción.

#### **4.8 Contraste de resultados con hipótesis**

La hipótesis general planteada en la investigación fue “En Los Cajones, Michoacán existe una diversidad de agroecosistemas que participan en el desarrollo local sustentable”, no se rechaza, ya que la principal actividad económica gira entorno a la producción agrícola, siendo esta de temporal o de riego. Además de contar con cultivos anuales y perenes en la localidad, predominando en superficie e importancia económica, social y ambiental las plantaciones de mango.

La primera hipótesis particular planteada para la investigación fue “En la comunidad existe una alta diversificación de huertas de mango que promueven la economía familiar”, no se rechaza. Esto es porque mediante el cuestionario se encontraron diferentes sistemas de producción de mango. La mayoría de los productores su principal fuente de ingresos es la producción de mango.

La segunda hipótesis fue “Los productores mediante técnicas de manejo modifican adelantando cosechas para obtener un mayor ingreso económico a través de la comercialización”, no se rechaza. Lo anterior es porque los productores obtienen cosecha de la floración adelantada que promueven, la cual les permite obtener un mejor precio de venta en comparación a la cosecha de la floración natural.

La tercera hipótesis particular fue “La producción estará en función de los componentes y las interacciones que se den en el agroecosistema”, no se rechaza. Esto es porque la huerta bajo manejo orgánico la cual obtiene mayor integración de componentes y su interacción entre ellos, obtiene valores de rendimiento superiores a la media regional, incluso nacional.

La cuarta hipótesis particular planteada fue “Los productores realizan diferentes estrategias de manejo de acuerdo a su disponibilidad de recursos para asegurar su producción”, no se rechaza. Lo anterior es porque los productores mediante diferentes técnicas como anillado de árboles, coberturas vegetales, diversidad de cultivos, integración de ganado y mano de obra familiar, promueven la eficiencia de los recursos, económicos y ambientales que influyen en la producción del cultivo.

## **V. RECOMENDACIONES**

Los manejos que cada uno de los productores lleva a cabo dentro de sus huertas es eficiente, en el sentido que obtienen producciones que les permiten recuperar la inversión, más sin embargo muchos de los productores están abiertos a realizar actividades que les permita mejorar sus producciones y llevar un manejo integrado en sus huertas, ya que cada año utilizan los mismos insumos para preparar y es de interés de algunos innovar en su producción con diferentes insumos especialmente insumos orgánicos.

La comunidad cuenta con suficientes recursos que permita abastecer de materia prima para la elaboración de biopreparados para complementar las fertilizaciones que realizan, y así reducir costos de producción.

Otro aspecto fundamental es adherirse a alguna asociación de productores o conformar alguna por los mismos productores de la comunidad ya que podrían obtener mejores beneficios en cuanto a la comercialización que de manera unitaria.

Por otra parte el establecimiento de mayor diversidad de árboles frutales dentro de la huertas favorece una estabilidad ecológica las cuales son de suma importancia para mantener un equilibrio y disminuir riesgos de plagas y enfermedades, así como la mejor de los suelos.

## VI. CONCLUSIONES

Los objetivos de esta investigación se cumplen y la hipótesis general no se rechaza ya que la información desarrollada permitió obtener y dar respuesta a cada una de los supuestos.

En Los Cajones Michoacán, existen diferentes patrones de producción, manejo y estructura en las huertas de mango, dentro de las características principales destacan con mayor abundancia de cultivo los mangos Heidi y Kent. Mientras que el manejo convencional es la nutrición con mayor frecuencia realizada por los productores, algunos llevan a cabo manejo orgánico, organomineral y hay quienes hacen mínimo manejo a las huertas, al realizar únicamente riegos y limpieza.

La mayoría de las huertas son monocultivos dentro de las cuales establecen de uno a dos cultivares de mango. Y algunos productores realizan la incorporación de diferentes especies productivas dentro del área de cultivo, así como el establecimiento de barreras vivas principalmente frutales y maderables.

Los productores realizan estrategias productivas que les permiten obtener cosechas redituables respecto a la inversión inicial en cada ciclo, esto mientras no se presenten eventos climáticos. La producción bajo el manejo orgánico es la que obtiene un rendimiento superior a la media regional, mientras que el manejo convencional y organomineral obtienen producciones conforme a la media regional.

Los agroecosistemas de mango están delimitados en terrenos que abarcan desde 1 ha hasta 10 ha. Que además de las diferentes especies vegetales establecidas por el productor o de manera silvestre, en algunas existe la integración de ganado bovino, y solamente en una huerta se detectó la integración de apicultura.

En el manejo organomineral se obtuvieron valores más altos en las variables de las propiedades químicas del suelo como; carbón orgánico, materia orgánica, nitrógeno, fosforo, potasio y capacidad de intercambio catiónico, esto por el manejo que anteriormente el productor realizaba, Mientras que los valores más bajos fueron presentados bajo el manejo convencional. Sin embargo, el manejo orgánico obtiene los mejores rendimientos a causa de las aplicaciones foliares que el productor realiza

La diversificación de los cultivos en las huertas de mango y los altos niveles de materia orgánica, carbón orgánico y nitrógeno, promueven la sustentabilidad y resiliencia en el agroecosistema.

Las huertas de mango influyen en la economía del pueblo, promoviendo la mayor derrama económica durante los meses de producción, ya que la parte de la población en general se beneficia al trabajar en las huertas o empacadoras. Así como los productores obtiene los mayores ingresos durante esta época, mismos que recurren a estrategias de ahorro para poder solventar los gastos durante los meses que no hay producción.

Los Cajones Michoacán, es una comunidad ranchera fundada por trabajadores de ex Haciendas y gente de otros municipios, incluso de diferentes estados de la república. La actividad agropecuaria tiene la mayor importancia económica, social, cultura y ambiental, la cual, el cultivo de mango es el que mayor superficie ocupa, y proporciona beneficios directa o indirectamente a la población en general. La localidad cuenta con todos los servicios básicos de vivienda y comunidad.

La comunidad cuenta con abundante agua, de la cual hoy en día se hace un aprovechamiento dentro y fuera de la comunidad. Durante los años 50's, se realizaron construcciones que permitieron incrementar las áreas de cultivo, mediante la conducción del agua por canales, túneles y sifones. El aprovechamiento dentro de las huertas de mango se realiza mediante acequias y las horas de riego son variadas, cada productor realiza los pagos ante un módulo de riego para poder hacer uso del agua.

Los productores de mango encuestados, la mayoría son casados y cuentan con algún nivel de estudio, sus familias se conforman por 3 o 4 integrantes. En su mayoría, sus huertas fueron heredadas y son tierras ejidales. El cultivar con más presencia es Heidi y bajo un manejo convencional es como trabajan la mayoría de productores.

Existe poca incidencia de plagas y enfermedades, y se controlan mediante productos químicos. Los riegos se hacen cada 15 días por lo general. No se realizan análisis de suelos, y hay quienes aprovechan los residuos vegetales. Los productores catalogan 4 tipos de tierras, y las huertas se asientan en un valle por lo que llegan a ser planicies.

La transmisión de conocimientos es importante ya que por medio de padre o abuelos aprendieron a trabajar el campo, y algunos hijos les interesa el campo. La mayoría trabaja de manera independiente y no forma parte de alguna organización de productores. La producción de mango les genera satisfacción ya que recuperan lo invertido, a la mayoría les aporta más del 50 % de sus ingresos totales, y es muy frecuente el solicitar créditos para la inversión inicial. La venta la destinan a diversos canales, buscando siempre el mejor precio. El pago por día a los trabajadores va de 200 a 250 pesos.

En la calidad del suelo y biodiversidad mediante la evaluación *in situ*, la huerta orgánica presento una mejor calidad en ambos parámetros ya que la integración de diversas especies en la huerta le permite obtener conexiones ecológicas, así como beneficios al productor por la venta de los frutos, aunque en los análisis de laboratorio no se obtuvieron los mejores resultados mediante este manejo, el productor realiza aplicaciones foliares el cual permite suministrar los elementos necesarios para obtener producciones superiores a la media regional, inclusive nacional.

## VII. LITERATURA CITADA

- Aguirre, C. J. F., Cadena I. J., Ramírez, V. B., Trejo T. L. I., Juárez S. J. P. y Morales F. F. J. 2016. Crop diversification in coffee plantations as a development strategy. Amatlan case. *Acta Universitaria*, 26(1): 30–38.
- Almeida, M. E. Y. 2012. Herencia y donación. Prácticas intrafamiliares de transmisión de la tierra. El caso de un ejido veracruzano. *Cuiculco*, 54: 55-79.
- Altieri, M. A. and Nicholls, C. I. 2009. Cambio climático y agricultura campesina: impactos y respuestas adaptativas. *LEISA*. 3: 7-96.
- Altieri, M. y Toledo, V. M. 2011. La revolución agroecológica de América Latina: Rescatar la naturaleza, asegurar la soberanía alimentaria y empoderar al campesino. ILSA . Biblioteca Clacso. Bogotá Colombia.176-202
- Altieri, M. A. and Nicholls C. I. 2012. Agroecología: Única esperanza para la soberanía alimentaria y la resiliencia socioecológica. *Agroecología* 7(2): 65-83.
- Álvarez, I. 2009. Las Memorias de Sostenibilidad: Un Instrumento para la Gestión de la Sostenibilidad. *Revista Española de Financiación y Contabilidad*. 38 (144): 677-697.
- Armida, A. L. 2010. Factores socioeconómicos tecnológicos y ecológicos que influyen en la producción del agroecosistema caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) en la Chontalpa, Tabasco. *Control* 34(1): 741–746.
- Ayala-Garay, A. V., Almaguer-Vargas, G., De la Trinidad-Pérez, N. K. y Caamal-Cauich I. 2009. Competitividad de la producción de mango (*Manguiфера indica* L.) en Michoacán. *Revista Chapingo Serie Horticultultura* 15(2): 133:140.
- Ayala-Ortega, J. de J., Gutiérrez-Cuevas, O. A., Ávila-Val, T del C. y Vargas-Sandoval. 2019. Identificación de ácaro y el patógeno asociado a la malformación floral de mango en Gabriel Zamora, Michoacán. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 23: 345-350

- Bautista, C. A., Etchevers, J. B., Castillo, del R. F. y Gutiérrez, C. 2004. La calidad del suelo y sus indicadores. *Ecosistemas*. 13 (2): 90-97.
- Bello, Z. J., 2016. Etnografía de los procesos de desarrollo de la educación ambiental en el municipio de Xalapa, Veracruz. Universidad Veracruzana. Facultad de Antropología. Región Xalapa.
- Blanco-Lobaina, J., Contino, E. Y., Iglesias, G. J., Caballero, G. R., Perera, C. E., Funes A. F. y Vázquez, M. L. 2013. Indicadores para evaluar la reconversión agroecológica en unidades básicas de producción cooperativa. *Agricultura Orgánica* 19:27-29.
- Bohan, D. A., Raybould, A., Mulder, C., Woodward, G., Tamaddoni-Nezhad, A., Bluthgen, N. and Macfadyen, S. 2013. Networking agroecology. integrating the diversity of agroecosystem interactions. *Advances in Ecological Research*. 49: 1-67.
- Brady, N. y Weil, R. 2010. *Elements of the nature and properties of soil*. Fifteenth edition. Pearson. 1077 p.
- Busari, A. M., Kukal, S. S., Kaur, A., Bhatt, R. and Dulazi, A. A. 2015. Conservation tillage impacts on soil, crop and the environment. *International Soil and Water Conservation Research* 3(2):119-129.
- Caporal, F. R., y Costabeber, J. A. 2004. *Agroecología algunos conceptos e principios*. MDA/SAF/DATER-IICA. Brasilia DF. 119 pp.
- Cáceres, D. M., Soto, G., Ferrer, G., Silveti, F. y Bisio, C. 2010. La expansión de la agricultura industrial en Argentina Central. Su impacto en las estrategias campesinas. *Cuadernos de desarrollo rural*, Bogotá, 7(64): 91-119.
- Canseco, C. S. S. y Jerónimo, A. V. M. 2017. La producción y la comercialización del limón Persa: una alternativa para el desarrollo de la región Bajo Mixe, Oaxaca. *Investigación y Desarrollo Económico Administrativo*. Capítulo 6. 96 pp.
- Castellanos, J. Z., Uvalle-Bueno, J. X. y Aguilar, S. A. 2000. *Manual de interpretación de análisis de suelos y aguas*. 2<sup>da</sup> edición. Instituto de Capacitación para la Producción Agrícola. Celaya, Guanajuato, México.

- Chagas, R. J., Souza, M. I. and Marlisom, L.S.A. 2019. Can mango orchards rehabilitate degraded areas by nutrient cycling? *Journal of environmental management* 231: 1173-1181
- Chávez-Montero, A. 2018. La utilización de una metodología mixta en la investigación social. In: eds. Delgado K. S. G., Federico G. W., Quinoñez V. S. *Rompiendo Barreras en la Investigación*. Ed. Utmach. Ecuador.164-184.
- Chilón, C. E. 2017. "Revolución Verde" Agricultura y suelos, aportes y controversias. *Apthapi* 3(3): 844-859
- Cotler, H., Martínez, M. y Etchevers, J. 2016. Carbono orgánico en suelos agrícolas de México: Investigación y políticas públicas. *Terra Latinoamericana* 34(1): 125-138.
- CONEVAL. 2014. Diagnóstico de la capacidad productiva de los hogares rurales y pérdidas post-cosecha. Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. Consultado en: [www.coneval.gob.mx](http://www.coneval.gob.mx).
- Contreras, C. A., Sánchez, M. P., Romero, A. O., Rivera, T. J. A., Ocampo, F. I. y Conrado, L. J. F. 2019. Prácticas agroecológicas y su influencia en la fertilidad del suelo en la región cafetalera de Xolotla, Puebla. *Acta Universitaria* 29:1-16.
- Contreras-Molotla, F. 2016. Condiciones laborales de la mano de obra rural de México. *Ra Ximhai*. 12(4): 135-151.
- Dara, P. K. and Sharmame, B. 2015. Evaluation on mango based agroforestry is an ideal model for sustainable agriculture in red & laterite soil. *Journal of pure and applied microbiology*. 9(splendn2):265-262
- Das, A., Mandal, K. K., Hasan, M. A., Bhattacharya, B.; Majumder, D. and Bandopadhyay, B. 2009. Effect of organic and inorganic nutrients on improving flowering. *Acta Horticulturae*. 820:371-380.
- Diacono, M. and Montemurro, F. 2011. Long-term effects of organic amendments on soil fertility. *Sustainable Agriculture*, 2, 761–786.

- Diario Oficial de la Federación, D. 2000. NOM-021-RECNAT-2000. Especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. Estudios, muestreo y análisis. Diario Oficial de La Federación. Consultado en: <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Federal/wo69255.pdf>
- De Grammont, H. C. 2009. La nueva estructura ocupacional en los hogares rurales mexicanos. La pluriactividad en el campo latinoamericano. Primera edición. Flacso. 307 pp.
- Drogui, P. and Lafrance, P. 2012. Sustainable agriculture reviews. *In: Farming for food and water security*. Ed. Springer. (pp23-55).
- Dussi, M. C., y Flores, L. B. 2018. Visión multidimensional de la agroecología como estrategia ante el cambio climático. *Interdisciplina*. 6 (14): 129–153.
- Etchevers, B. J. D. y Padilla, J. 2012. Nutricion de cultivos. *In: Diagnóstico de la fertilidad del suelo*. Alcantar, G. G. y Trejo-Telles, L. I. (cords.) Colegio de Postgraduados. Montecillo, Estado de Mexico, Mexico: 249-272p.
- Estudios, S. D. E., e Investigación, D. E. P. E. 2017. Modelo de adopción y uso de Facebook en las Pymes. En: <https://expansion.mx/tecnologia/2018/07/24/facebook-da-herramientas-a-las-pymes-mexicanas>
- European Environment Agency. 2015. SOER 2015 European briefings Energy. 1–4. Consultado En: <http://www.eea.europa.eu/downloads/8b3a27c193cd430288f9c014bb2b2cae/1437386872/biodiversity.pdf>
- FAO, y SAGARPA. 2012. Agricultura familiar con potencial productivo en México. 537. En: <http://www.sagarpa.gob.mx/programas2/evaluacionesExternas/Lists/Otros>
- FAO. 2015. Los suelos están en peligro, pero la degradación puede revertirse. Food and Agriculture Organization of the United Nations. En: <http://www.fao.org/news/story/es/item/357165/icode/>

- Farely, M. 2016. La contribución de la agroecología a los objetivos de desarrollo sostenible. *Leisa. Agroecología*. Edición especial: 78-86.
- Galatini, J. A. y Suñer, L. 2008. Las fracciones orgánicas del suelo análisis en los suelos de Argentina. *Agriscientia*. 25(1):41-55
- Garbach, K., Milder, J. C., Montenegro, M. D., Karp, S., and De Clerck, F. A. J. 2014. Biodiversity and ecosystem services in agroecosystems. *Encyclopedia of Agriculture and Food Systems*. 2: 21–40.
- Gliessman, S. R. 2002. Agroecología: Procesos ecológicos en agricultura sostenible. Diversidad y estabilidad del agroecosistema. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 359 pp.
- Gómez, E. H., Campo, I., Rosario, E., y Tapachula, K. C. 2015. Factores socioeconómicos y parasitológicos que limitan la producción del cacao en Chiapas, México. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 33(2), 232–246.
- González, de M. M. 2011. Introducción a la Agroecología. Sociedad Española de Agricultura Ecológica. 68 pp.
- Guillen, G. J. A., Lomelí, V. R. J. y Gonzales, C. A. 2016. Organización de usuarios en las unidades de riego en México. IMTA. 303 pp.
- Guzmán, G. L., Gonzales, M. de M., y Sevilla, G. E. 2000. Introducción a la agroecología como desarrollo rural sostenible. Ed. Mundi-prensa. Madrid. 529 pp.
- Hamui-Sutton, A. 2013. Un acercamiento a los métodos mixtos de investigación en educación médica *Investigación. Educación Médica* 2 (8):211-216.
- Hart, R. D. 1985. Conceptos básicos sobre agroecosistemas. CATIE. Turrialba, Costa Rica 1985.
- Hart, R. D. 1987. An ecological systems conceptual framework for agricultural research and development. *Readings in FSR and development*. USAID, pp. 50-65.
- Hazelton, P. and Murphy, B. 2016. Interpreting soil tests results: What do all the numbers mean. Third edition. Csiro publishing. 200 pp.

- Hernández-Gómez, E., Hernández-Morales, J., Avendaño-Arrazate, C. H., Lopez-Guillen, G., Garrido-Ramirez, E. R., Romero-Napoles, J. y Nava-Díaz, C. 2015. Factores socioeconómicos y parasitológicos que limitan la producción del cacao en Chiapas, México. *Revista Mexicana de Fitopatología*. 33:232-246
- Hernandez-Sampieri, R., Fernández, C. C. y Baptista, L. P. 2014. *Metodología de la investigación*. McGrawHill.México D. F.
- Hernández, X., E. y Ramos, A. R. 1977. *Metodología para el estudio de agroecosistemas con persistencia de tecnología agrícola tradicional»* En: E. Hernández X. (ed). *Agroecosistemas de México*. C.P. Chapingo, México. Pp.321-333.
- Infante, L. A. 2015. Los faros agroecológicos definición y caracterización a partir de una experiencia de reconstrucción rural en el secano de Chile central. *Agroecología* 10(1):73-78.
- INEGI. 2009. *Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos*. Gabriel Zamora, Michoacán de Ocampo. Consultado en: [http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos\\_geograficos/16/16033](http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/16/16033)
- INEGI. 2016. *Estadísticas a propósito del día del trabajador agrícola*. México Disponible en: [http://www.inegi.org.mx/saladeprensa/aproposito/2016/agricola2016\\_0](http://www.inegi.org.mx/saladeprensa/aproposito/2016/agricola2016_0).
- INEGI. 2016. *Resultados de la Actualización del Marco Censal Agropecuario 2016 (1a ed.)*. México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía. En:<http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/agro/amca>
- INEGI. 2017. *Resultados de la Actualización del Marco Censal Agropecuario 2016* Presentación de La Conferencia de Prensa. En: [http://www.beta.inegi.org.mx/contenidos/proyectos/agro/amca/doc/pr\\_amca2016](http://www.beta.inegi.org.mx/contenidos/proyectos/agro/amca/doc/pr_amca2016)
- INEGI. 2017. *Anuario estadístico y geográfico de Michoacán de Ocampo 2017*. Consultado en [https://www.datatur.sectur.gob.mx/itxef\\_docs/mich\\_anuario\\_pdf.pdf](https://www.datatur.sectur.gob.mx/itxef_docs/mich_anuario_pdf.pdf)

- INEGI. 2018. Escuenta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH) 2018. Consultado en: [www.inegi.orgmx/contenidos/programas/enigh/nc/2018/doc/enigh/1018\\_ns\\_preseta\\_cion\\_resultados.pdf](http://www.inegi.orgmx/contenidos/programas/enigh/nc/2018/doc/enigh/1018_ns_preseta_cion_resultados.pdf)
- Jardón, B. L. 2018. La agroecología como conocimiento necesario para transformarla mutua determinación sociedad-naturaleza. *Interdisciplina*. 6 (14) 7-28 pp.
- Jarquín, S. N. H., Castellanos, S. J. A. y Sargerman-Jarquín, D. M. 2017. Pluriactividad y agricultura familiar: retos del desarrollo rural en México. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* 8(4): 949-963.
- Jones, A., Stolbovoy, V., Rusco, E., Gentile, A. R., Gardi, C., Marechal, B., and Montanarella, L. 2009. Climate change in Europe. 2. Impact on soil. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 29(3): 423–432 pp.
- Labrador, J. 2008. Manejo del suelo en los sistemas agrícolas de producción ecológica. *Manual Técnico Manejo Del Suelo En Los Sistemas de Producción Ecológica*. Valencia España. 1–47 pp.
- Lang-Ovalle, F. P., Pérez-Vázquez. A., Martínez-Dávila J. P., Platas-Rosado, D. E., Ojeda-Enciso, L. A., e Gonzáles-Acuña I. J. 2009. Manufactura edáfica asociada a plantaciones de mango y caña de azúcar. *Terra Latinoamericana* 29: 169-177.
- León-Sicard, T. E. 2012. Agroecología: La ciencia de los agroecosistemas - La perspectiva ambiental. Universidad Nacional de Colombia. 261 pp..
- Lothar, M., Uwe, S., Wilfried, M., Graham, T.S., Bruce, C.B., Katharina, H., Jutta, R., Frank, E. and Hubert, W. 2010. Review article. Assessing the productivity function of soils. A review. *Agron. Sustain. Dev.* 30: 601–614.
- Lugo, P. L. J., y Rodríguez, L. H. R. 2017. El agroecosistema : ¿objeto de estudio de la agroecología o de la agronomía ecologizada? *Anotaciones para una tensión epistémica*. *Interdisciplina*. 6 (14): 89–112 pp.

- Medina, S. T., Arroyo F. G., y Peña C. V. 2018. Cromatografía de Pfaiffer en el análisis de suelos de sistemas productivos. *Rev. Mex. Cienc. Agríc* 9(3):665- 673.
- Media-Méndez, J., Volke-Haller, V., Cortés-Flores, J. I., Galviz- Spínola, A., González-Ríos, J., y Santiago-Cruz, M. de J. 2014. Estado nutrimental y producción de fruto de mango (*Manguifera indica* L.), Cv. Tommi adkis, En suelos ludisoles del estado de Campeche, México. *Revista Chapingo Serie Horticultura*. 20(3):253-268.
- Medina-Urrutia, V. M., Vázquez-García, M. and Virgen-Calleros, G. 2011. Organic mango production in Mexico: Status of orchard management. *Acta Horticulturae*. 894:255–264.
- Miranda-Trejo, J., Herrera-Cabrera, B. E., Paredes-Sánchez, J. A., y Delgado-Alvarado, A. 2009. Conocimiento tradicional sobre predictores climáticos en la agricultura de los Llanos de Serdán, Puebla, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 10(2):151–160.
- Miretti, C. M., Pilattii, M., Lavado, S. R. e Imhoffi, S. C. 2017. Historia de uso del suelo y contenido de micronutrientes en argiudoles del centro de la provincia de Santa Fe (Argentina). *C I. Suelo Argentina* 30(1):67-73.
- Mitchell, J., Shrestha, A., Mathesius, K., Scow, K., Southard, R., Haney, R. and Horwath, W. 2017. Cover cropping and no-tillage improves soil health in an arid irrigated cropping system in California San Joaquin Valley, USA. *Soil and Tillage Research* 165: 325-335.
- Mora, M. J., Gamboa, P.J. y Elizondo, M. R. 2002. Guía para el cultivo del mango INTA San José, Costa Rica. 74 pp.
- Montiel-Aguirre, G., Krishnamurthy, L., Vázquez-Alarcón A. y Uribe-Gómez, M. 2006. Opciones agroforestales para productores de mango *TERRA Latinoamericana*, 24: (3): 409-416.

- Mueller, R. L., Schindler, U., Mirschel, W., Shepherd, T. G., Ball, B., Helming, K., Rogasi, J., Eulentein, K. F. and Winggering, H. 2010. Assessing the productivity function of soils: a review. *Agronomy for Sustainable Development*, 30 (3): 601-614.
- Nahmad, S. S. 2011. The role of anthropology with the changes and challenges of the 21st century in Mexico and the world. *Human Organization* 70 (4):323-331
- Nicholls, C. I. and Altieri, M. A. 2004. Manejo de la fertilidad de suelos e insectos plaga: armonizando la salud del suelo y la salud de las plantas en los agroecosistemas. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología*, 77, 8–16 pp.
- Nicholls, C. I. and Altieri, M. A. 2012. Modelos ecológicos y resilientes de producción agrícola para el siglo XXI. *Agroecología* 6:28-37
- Nicholls, I. C., Henao, A. y Latieri, M. A. 2015. Agroecología y el diseño de sistemas agrícolas resilientes al cambio climático. *Agroecología* 10(1): 7-31.
- Ortiz-Paniagua, C. F. 2017. Agricultura y economía municipal en Michoacán desde una perspectiva de vulnerabilidad. *CIBA Revista Iberoamericana de Las Ciencias Biológicas y Agropecuarias*, 6(12), 63–91.
- Palm, W. H., Bissa, K. and Knaus, U. 2014. Significant factors affecting the economic sustainability of closed aquaponic systems. Part II: fish and plant growth. *AACL Bioflux*, 7 (3): 162-175.
- Paneque, P. V., Calaña, N. J. M., Calderón, V. M., Betitez, B.Y., Hernandez, G. T. C. y Caruno, C. M. 2010. Manual de técnicas analíticas para análisis de suelo, foliar, abonos orgánicos y fertilizantes químicos. La Habana Cuba.
- Pedroza, O. L. O. 2018. El Sistema Alimentario Mexicano: su acción en el campo y en la alimentación, 1980-1982. *Revista de Historia y Geografía* 39: 21 – 48.

- Peiretti, A. R. and Dumanski, J. 2014. The transformation of agriculture in Argentina through soil conservation. *International Soil and Water Conservation Research* 3:14-20.
- Pilatti, M. A. y Orellana J. DE. 2012. Suelos ideales para agricultura sostenible. *Revista FAVE – Ciencias Agraria*. 11(1): 65 – 88.
- Pole, K. 2009. Diseño de metodologías mixtas. Una revisión de las estrategias para combinar metodologías cuantitativas y cualitativas. *Renglones* 60:37- 42.
- Praguer, M., Restrepo, J. y Malagón, R. 2002. Agroecología, una disciplina para el estudio y desarrollo de sistemas sostenibles de producción agropecuaria. Palmira, Colombia 218pp.
- Pureco, O. J. A. 2017. Familias extranjeras propietarias. La historia de la hacienda de Lombardía, Michoacán, Siglos XVIII al XX. *Tsintsun. Revista de Estudios Históricos*. 65: 41-69.
- Restrepo, M., Angel, S. y Praguer, M. 2000. Agroecología. Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal CEDAF. Bogotá, Colombia.
- Rodrigues, J. C., Miranda, I. S., and de Sousa, A. M. L. 2019. Can mango orchards rehabilitate degraded areas by nutrient cycling? *Journal of Environmental Management*, 231: 1176–1181
- Rogé, P., Ríos, C. A., Ruiz, V. S., Sánchez, P., Mora, F., Altieri, M. y Asier, M. 2016. Manejo de agroambientes para la resiliencia agroecológica al cambio climático: los sistemas maíz cajete y maíz de temporal en San Miguel Huautla. *Agroecología* 11:47-57.
- SAGARPA, 2015. Sistema de Información Agropecuaria de Michoacán. Disponible on-line: <http://www.gob.mx/siap/cierre-de-la-produccion-agricola-por-estado/>

- Salas-Martínez, F. y Valdez-Rodríguez, O. A. 2018. Experiencias socioeconómicas de los productores de tres cultivos con potencial bioenergético en México. *Agroproductividad*. 11(7):43-50
- Salgado, G.S., Palma, L. D. J., Lagunes, E. L. C y Castelan, E. M. 2006. *Manual para el muestreo de suelos, plantas y aguas e interpretación de análisis*. Colegio de Postgraduados- Campus Tabasco, ISPROTAP. H. Cardenas Tabasco, México,
- Salgado-García, S., Palma-López, J. D., Zavala-Cruz, J., Córdova-Sánchez, S., Castelán-Estrada, M., Lagunes-Espinoza, L. C., Ortiz-García, C. F., Rivera-Cruz, M. C., Ventura-Ulloa, F., Marin-Aguilar, A., Moreno-Caliz, E. and Rincón-Ramírez, J. A. 2013. Sustainable fertilization program for plantations of citrus in Tabasco, México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios* 3 (9):345-356.
- Sánchez-Hernández, R., Ramos-Reyes, R., Geissen, V., Mendoza-Palacios, J. de D., Cruz-Lázaro, E., Salcedo-Pérez, E. y Palma-López, D. J. 2011. Contenido de Carbono en Suelos con diferentes usos agropecuarios en el trópico mexicano. *Terra Latinoamericana* 29:211-219.
- Sanntos, J., Muñoz, Á., Juez, P. y Cortiñas, P. 2003: *Diseño de encuestas para estudios de mercado. Técnicas de Muestreo y Análisis Multivariante*. Madrid: Editorial Centro de Estudios Ramón Areces, S.A.
- Sarandón, S. J. y Flores, C. C. 2014. *La agroecología: el enfoque necesario para una agricultura sustentable. Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables*. 1a ed. La Plata: Universidad Nacional de La Plata.
- Sarandón, S. J. 2014. *La Agroecología: Integrando la Enseñanza, la Investigación, la extensión y los agricultores*. Cuadernos de Agroecología 9(1):1-16.
- Schmitter-Soto, J. J., Mariaca-Méndez., y Soto-Pinto M.L. 2016. Una breve historia del conocimiento y uso de la biodiversidad en la frontera sur de México. *Sociedad y Ambiente* 11: 160-173.
- SEDESOL. 2013. *Catálogo de localidades. Sistema de apoyo para planeación PDZP*. Consultado en: [www.microregiones.gob.mx/catloc/LocdeMun.aspx](http://www.microregiones.gob.mx/catloc/LocdeMun.aspx)

- SEMARNAT. 2008. Conservación y manejo sustentable de los ecosistemas terrestres y sus recursos naturales. Informe anual. Consultado en: [https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe\\_2008/02\\_ecosistemas/cap2\\_6.html](https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe_2008/02_ecosistemas/cap2_6.html)
- Servicio de Información Agroalimentaria y pesquera (SIAP). 2017. Atlas agroalimentario 2017. Consultado en: [www.gob.mx/siap/presna/atlas-agroalimentario-2017](http://www.gob.mx/siap/presna/atlas-agroalimentario-2017).
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2018. Anuario estadístico de la producción agrícola. Consultado en <https://nube.siap.gob.mx/cierrearicola/>
- SOER, 2015. The SOER 2015 report. The European Environment Agency. Soer 2015. The European environment — state and outlook 2015. <http://www.eea.europa.eu/soer>.
- Swain, S.C., Dora, D.K., Sahoo, S. C., Padhi, S.K. and Sanyal, D. 2012. Influence of Mango-based intercropping systems on improvement of soil health under rainfed situation. Communications in soil science and plant analysis .43 (15): 2018-20-26
- Thiebaut, V., 2011. Movilidad de la población y evolución de los paisajes en la Tierra Caliente de Michoacán, México Revista Geográfica de América Central 2.1-15.
- Thiebaut, V. y Aguirre, A. A. 2011. Procesos en los paisajes de la Tierra Caliente de Michoacán: asentamientos humanos y usos de suelo en Buenavista Tomatlán. Contribuciones desde Coatepec. 20: 75-100.
- Tomich, P.T., Brodt, S., Ferris, H., Galt, R., Horwath, R. W., Kebreab, E., Leveau, H. J. J., Liptsin, D., Lubell, M., Merel P., Michelmore, R., Rosenstock, T., Scow, K., Six, J., Williams, N. and Yang, L. 2011. Agroecology: A Review from a Global-Change Perspective. Annual Review of Environment and Resources 36:193-222.
- Van Reeuwijk, L. P. (ed) 1999. Procedimientos para análisis de suelos, versión 1995. Traducción de: Ma. Del Carmen Gutiérrez Castorena, Carlos Arturo Tavares Espinosa y Carlos Alberto Ortiz Solorio. Primera Edición en Español. Especialidad de Edafología, Colegio de Postgraduados, Montecillo, México. 145p.

- Vargas-Batis, B.; Candó-González, L.; Pupo –Blanco, Y. G.; Ramírez-Bravo, A. y Rodríguez–Suárez, E. J. 2014. Complejidad de cuatro fincas suburbanas de Santiago de Cuba a partir del análisis de la biodiversidad. *Ciencia en su PC*. (4):55-65.
- Vara Sánchez, I., Cuéllar Padilla, M. 2013. Biodiversidad cultivada: una cuestión de coevolución y transdisciplinariedad. *Ecosistemas* 22 (1): 5-9.
- Vázquez, L.L., Matienzo, Y., y Griffon, D. 2014. Diagnóstico participativo de la biodiversidad en fincas en transición agroecológica. *Fitosanidad* 18 (3): 151-162.
- Vázquez-López, P., Hernández-Romero, O., Vivar-Miranda, R. y Gonzáles-Mancilla, A. 2017. Producción del café a pequeña escala (*coffea arabica* L.) en Chiconquiaco, Veracruz, México. *Agroproductividad* 10(3): 37-42.
- Vega, C. M. A., Medina, J. A. y Vaga, J. M.Y. 2013. Los sistemas de gestión ambiental y su aplicación en la industria agropecuaria de México: una breve revisión del tema. *Entreciencias* 1 (2): 197-210
- Wezel, A., Bellon, S., Doré, T., Francis, C., Vollod, D. and David, C. 2009. Agroecology as a science, a movement and a practice. A review. *Agronomy for Sustainable Development* (4): 503–515.
- Wezel, A., Casagrande, M., Celette, F., Vian, J-F. Ferre, R. A. and Peigné, J.2014. Agroecological practice for sustainable agriculture. A review. *Agronomy for Sustainable development* 34(1):1-20.
- Zhang, G., Chan, K. Y., Oates, A. and Heenan, D. P. 2007. Relationship between soilstructure and runoff/soil loss after 24 years of conservation tillage. *Soil and Tillage Research* 92(1):122-128.
- Zhi, Y.; Zhuan Miao, K.; Tinyu, B.; RuiZho, Ch.; HuaDong, L.; Haiwei, Q. and Dian L. 2017. Evaluation and analysis of relationship between soil nutrients and mineral nutrients in main mango producing areas of Sanya. *Southwest China Journal of Agricultural Sciences* 30(4):803-810

# ANEXOS

**Anexo 1. Cuestionario aplicado a personas clave para conocer la comunidad y los sistemas de producción que existen en los Cajones Michoacán.**

1. Aproximadamente, ¿cuántos años tiene de fundación Los Cajones?
2. ¿Cuál era el cultivo principal?
3. Además del cultivo principal, ¿qué otros cultivos había?
4. Aproximadamente, ¿cuántos años tiene que se cultivó mango por primera vez en la comunidad?
5. ¿Cuál fue la variedad con la que se inició a cultivarlo?
6. ¿Qué variedades se cultivan?
7. ¿Cuáles son los manejos que realizan al cultivo?
8. ¿Dónde se venden los productores la fruta?
9. ¿Precios de venta?
10. Además de mango ¿qué otros cultivos hay?
11. ¿De donde proviene el agua de la comunidad?
12. ¿Cuánto se paga por el agua?
13. ¿Cuántas horas de riego se tiene asignadas?
14. ¿Qué programas gubernamentales hay en la comunidad?
15. ¿Cuáles son las obligaciones de los ejidatarios?
16. ¿Cuáles son las obligaciones de los productores?

## Anexo 2. Cuestionario aplicado a productores de mango



### CUESTIONARIO SOBRE LA SUSTENTABILIDAD DE LAS HUERTAS DE MANGO EN LOS CAJONES, MICHOCÁN.

La presente encuesta es realizada por Jordán Ordaz Gallegos estudiante de postgrado en Agroecología y Sustentabilidad del Colegio de Postgraduados, la encuesta es con fines académicos, le pedimos de la manera más atenta nos ayude proporcionando la información que se le solicita, honesta y verídica.

**Objetivo:** Caracterizar las huertas de mango mediante su estructura, funcionamiento y la rentabilidad para determinar su influencia en el desarrollo local sustentable.

LA INFORMACIÓN QUE USTED NOS PROPORCIONE ES ESTRICTAMENTE CONFIDENCIAL Y PRIVADA, SUS DATOS SERAN USADOS EXCLUSIVAMENTE CON FINES ACADEMICOS.

**Instrucciones generales:** conteste las siguientes preguntas en cada una de las secciones correspondientes.

Nombre del entrevistador \_\_\_\_\_

Fecha de la entrevista \_\_\_\_\_

#### I. INFORMACIÓN SOCIODEMOGRAFICA

Objetivo. Identificar la información sociodemográfica de los productores de mango

\_\_\_P1. ¿Cuál es su edad en años cumplidos?

\_\_\_P2. ¿Cuál es su estado civil?

1. Casado
2. Soltero
3. Unión libre
4. Divorciado

5. Viudo
6. Otro (especifique) \_\_\_\_\_

\_\_\_P3 ¿Hasta qué año estudio?

1. Sin estudios
2. Primaria
3. Secundaria
4. Preparatoria o carrera técnica
5. Universidad
6. Postgrado
7. Otro (especifique) \_\_\_\_\_

\_\_\_P4 ¿Cuántos son los integrantes de su familia que habitan con usted?

\_\_\_P5 ¿Cuántas personas dependen económicamente de usted?

\_\_\_P6 Mencione sus principales fuentes de ingreso económico (de ser varias señale por importancia)

1. \_\_\_ Actividad agrícola o pecuaria
2. \_\_\_ Comercio
3. \_\_\_ Empleo
4. \_\_\_ Jornalero
5. \_\_\_ Remesas
6. \_\_\_ Pensión
7. \_\_\_ Apoyos Gubernamentales
8. \_\_\_ Otro (especifique) \_\_\_\_\_

## II. MANEJO AGRONÓMICO DEL CULTIVO

Objetivo. Contrastar los diferentes manejos agronómicos que existen dentro de las huertas en la comunidad

\_\_\_P7. ¿Cuál es la superficie de su huerta? (m<sup>2</sup>)

\_\_\_P8 ¿En qué año se estableció la huerta?

\_\_\_P9. ¿Cómo obtuvo su huerta?

1. Heredada
2. Comprada
3. Renta
4. Otro \_\_\_\_\_

\_\_\_P10 ¿Cuál es la tenencia de tierra en su huerta?

1. Ejidal
2. Comunal
3. Propiedad privada
4. Otra (especifique) \_\_\_\_\_

\_\_\_P11 ¿Qué variedad(es) de mango tiene en su huerta? (seleccione una o varias)

1. \_\_\_ Ataulfo
2. \_\_\_ Haden
3. \_\_\_ Tommy Atkins
4. \_\_\_ Kent
5. \_\_\_ Criollo

\_\_\_ P12 Numero de árboles de mango con los que su huerta cuenta

\_\_\_ P13. Distancia de plantación entre los arboles (m)

\_\_\_ P14 ¿Integrantes de la familia que participan en las actividades de la huerta?

1. \_\_\_ Padre de familia
2. \_\_\_ Madre de familia
3. \_\_\_ Hijos
4. \_\_\_ Otro (especifique) \_\_\_\_\_

\_\_\_ P15 ¿Qué actividad(es) realiza dentro de su unidad de producción?

1. \_\_\_ Agricultura
2. \_\_\_ Ganadería
3. \_\_\_ Apicultura
4. \_\_\_ Otra (especifique) \_\_\_\_\_

\_\_\_ P16 ¿Usted tiene establecidas barreras vivas dentro de su huerta?

1. \_\_\_ Nada
2. \_\_\_ Muy poco
3. \_\_\_ Poco
4. \_\_\_ Mucho
5. \_\_\_ Demasiado

\_\_\_ P17. ¿Qué tipo de especies estableció como barrera viva? (seleccione una o varias respuestas)

1. \_\_\_ Frutales
2. \_\_\_ Maderables
3. \_\_\_ Ornato
4. \_\_\_ Otro (especifique) \_\_\_\_\_

\_\_\_ P18 ¿Cuál es la principal fuente de nutrición que utiliza en su huerta?

1. \_\_\_ Orgánica
2. \_\_\_ Química
3. \_\_\_ Orgánomineral
4. \_\_\_ Ninguna
5. \_\_\_ Otra (especifique) \_\_\_\_\_

\_\_\_ P19 Si usted utiliza fertilizantes ¿qué productos y cuánto utiliza?

Fertilizante	Kg/árbol	Precio/bulto
1. ___ Sulfato de amonio		
2. ___ Sulfato de zinc		
3. ___ Urea		
4. ___ Nitrato de amonio		
5. ___ Sulfato de potasio		
6. ___ Superfosfato simple		
7. ___ Superfosfato triple		
8. ___ 18-46-00		
9. ___ Fosfonitrato		
10. ___ Fosfato monoamónico MAP		
11. ___ Fosfato diamónico DAP		

12. <input type="checkbox"/> Otro (especifique) _____		
---	--	--

\_\_\_ P20. ¿Cómo realiza usted las fertilizaciones? (seleccione una o varias respuestas)

1.  Vía foliar
2.  Incorpora al suelo
3.  Fertirriego
4.  Mixto (especifique) \_\_\_\_\_

\_\_\_ P21. ¿Cuántas aplicaciones de fertilizante realiza al año?

1. 1 a 2 aplicaciones
2. 3 a 4 aplicaciones
3. 5 a 6 aplicaciones
4. Más de 7 aplicaciones

\_\_\_ P22. ¿Cómo obtiene sus fertilizantes? (seleccione una o varias respuestas)

1.  Comprados
2.  Regalados
3.  Apoyo de gobierno
4.  Otro (especifique) \_\_\_\_\_

\_\_\_ P23. Si usted utiliza insumos orgánicos ¿qué productos y cuánto utiliza?

Abono	Kg/árbol	Precio/bulto
1. <input type="checkbox"/> Estiércol bovino		
2. <input type="checkbox"/> Estiércol ovino		
3. <input type="checkbox"/> Estiércol de gallina		
4. <input type="checkbox"/> Bocashi		
5. <input type="checkbox"/> Composta		
6. <input type="checkbox"/> Lombricomposta		
7. <input type="checkbox"/> Otro (especifique) _____		

\_\_\_ P24 ¿Cómo realiza usted las aplicaciones? (seleccione una o varias respuestas)

1.  Foliar
2.  Incorpora al suelo
3.  Fertirriego
4.  Mixto (especifique) \_\_\_\_\_

\_\_\_ P25. ¿Cuántas aplicaciones de abono realiza al año?

1. 1 a 2 aplicaciones
2. 3 a 4 aplicaciones
3. 5 a 6 aplicaciones
4. Más de 7 aplicaciones

\_\_\_ P26 ¿Cómo obtiene los abonos orgánicos? (seleccione una o varias respuestas)

1.  Elaboración propia
2.  Comprados
3.  Regalados
4.  Apoyos de gobierno
5.  Otro (especifique) \_\_\_\_\_

\_\_\_P27 ¿Cuáles son los meses en los que realiza las aplicaciones de fertilizantes o abonos? (Seleccione una o varias repuestas)

- |          |          |
|----------|----------|
| 1__ Ene  | 2__ Feb  |
| 3__ Mar  | 4__ Abr  |
| 5__ May  | 6__ Jun  |
| 7__ Jul  | 8__ Ago  |
| 9__ Sep  | 10__ Oct |
| 11__ Nov | 12__ Dic |

\_\_\_P28 En su opinión ¿las plagas representan un problema en su huerta?

1. Nada
2. Muy poco
3. Poco
4. Mucho
5. Demasiado

\_\_\_P29. Sí su huerta presenta plagas ¿cuáles son las plagas presentes?

Principales plagas	1. Nada	2. Muy poco	3. Poco	4. Mucho	5. Demasiado
1. ___ Mosca de la fruta					
2. ___ Trips					
3. ___ Escamas del mango					
4. ___ Hormigas					
5. ___ Otro					

\_\_\_P30 ¿Cuál o cuáles son las épocas del año que detecta los problemas con plagas? (seleccione una o varias respuestas)

1. \_\_\_ Primavera
2. \_\_\_ Verano
3. \_\_\_ Otoño
4. \_\_\_ Invierno

\_\_\_P31 ¿Usted cómo lleva acabo control de plagas dentro de su huerta?

Método de control	1. Nunca	2. Casi nunca	3. Ocasionalmente	4. Casi siempre	5. Siempre
1. ___ Control químico					
2. ___ Control cultural					
3. ___ Control biológico					

\_\_\_P32 En su opinión ¿las enfermedades representan un problema en su huerta?

1. Nada
2. Muy poco
3. Poco
4. Mucho
5. Demasiado

\_\_\_P33 Sí su huerta presenta enfermedades seleccione ¿cuáles son las enfermedades que presenta?

Principales enfermedades	1. Nada	2. Muy poco	3. Poco	4. Mucho	5. Demasiado
1. ___Gomosis del ápice y brotes					
2. ___Cáncer del tronco					
3. ___Escoba de bruja					
4. ___Antracnosis					
5. ___Cenicilla					
6. ___Roña					
7. ___Fumagina					
8. ___Otro _____					

\_\_\_P34 Si hay presencia en su huerta ¿En qué épocas del año presenta problema con enfermedades?

1. \_\_\_Primavera
2. \_\_\_Verano
3. \_\_\_Otoño
4. \_\_\_Invierno

\_\_\_P35 ¿Usted utiliza caldos minerales para el control de enfermedades?

1. Nunca
2. Rara vez
3. Algunas veces
4. Mayoría de veces
5. Siempre

\_\_\_P36 ¿Si los utiliza mencione cuál o cuáles utiliza?

1. \_\_\_Caldo sulfocalcico
2. \_\_\_Caldo bordelés
3. \_\_\_Caldo visosa
4. \_\_\_Caldo ceniza
5. \_\_\_Otro (especifique) \_\_\_\_\_

\_\_\_P37 ¿Usted utiliza extractos vegetales para el control de plagas y enfermedades?

1. Nunca
2. Rara vez
3. Algunas veces
4. Mayoría de veces
5. Siempre

\_\_\_P38 ¿Cómo realiza el control de malezas?

Tipo de control	Número de veces al año
1. ___Manual	
2. ___Mecánico	
3. ___Químico	
4. ___Pastoreo	
5. ___Mixto	
6. ___Otro (especifique) _____	

\_\_\_P39. ¿Cuánto es la cantidad de herbicida que aplica l/h<sup>-1</sup>?

1. 1 a 2
2. 3 a 4
3. 5 a 6
4. 7 a 8
5. Más de 9

\_\_\_P40. ¿Usted recibe asistencia técnica?

1. Nunca
2. Rara vez
3. Algunas veces
4. Mayoría de veces
5. Siempre

\_\_\_P41 En caso de recibir, ¿por parte de quién es la asistencia? (seleccione una o varias)

1. \_\_\_Empaque
2. \_\_\_Contratación propia
3. \_\_\_Casa de agroquímicos
4. \_\_\_Gobierno
5. \_\_\_Grupo o sociedad
6. \_\_\_Otra (especifique) \_\_\_\_\_

\_\_\_P42. ¿Considera que la asistencia técnica que le brindan ha mejorado su producción?

1. Nada
2. Muy poco
3. Poco
4. Mucho
5. Demasiado

P43. ¿Qué tipo de poda realiza en su huerta?

Podas	1. Nunca	2. Rara vez	3. Algunas veces	4. Mayoría de veces	5. Siempre
1. ___ Poda de formación					
2. ___ Poda de saneamiento					
3. ___ Poda de rejuvenecimiento					

\_\_\_P44 ¿Cómo realiza el riego en su huerta?

1. Riego rodado
2. Riego por goteo
3. Ambas

\_\_\_P45 ¿Cuál es el origen del agua?

1. Canal
2. Rio
3. Pozo
4. Presa
5. Otro (especifique) \_\_\_\_\_

\_\_\_P46 ¿Cuántas horas tiene asignadas en su turno?

\_\_\_P47 ¿Cuántos riegos realiza al mes?

\_\_\_P48 ¿Presenta problemas con el riego?

1. Nunca
2. Rara vez
3. Algunas veces
4. Mayoría de veces
5. Siempre

P49. En caso de presentarlo que tipo de problema presenta (seleccione una o varias)

1. \_\_\_No me alcanza las horas
2. \_\_\_Me la roban
3. \_\_\_Me la quitan antes de tiempo
4. \_\_\_Otro (especifique)

### III. CARACTERISTICAS DE LOS SUELOS

**Objetivo. Determinar el manejo y eficiencia en el uso del suelo en las huertas de mango**

\_\_\_P50 ¿Usted realiza análisis de suelos?

1. Nunca
2. Rara vez
3. Algunas veces
4. Mayoría de veces
5. Siempre

\_\_\_P51 Si usted realiza ¿cada cuánto tiempo realiza sus análisis de suelos?

1. 1 por año
2. 2 por año
3. 1 cada dos años
4. Otro (especifique) \_\_\_\_\_

\_\_\_P52 ¿Aprovecha los residuos de su huerta? (cosecha, podas, deshierbe, etc.)

1. Nunca
2. Rara vez
3. Algunas veces
4. Mayoría de veces
5. Siempre

\_\_\_P53 En caso de aprovecharlos ¿cómo los utiliza? (selecciones una o varias)

1. \_\_\_Los incorpora al suelo
2. \_\_\_Los quema
3. \_\_\_Elabora composta
4. \_\_\_Leña
5. \_\_\_Alimento de ganado
6. \_\_\_Otro (especifique) \_\_\_\_\_

\_\_\_P54. En su opinión ¿cómo considera el suelo de su huerta?

1. Muy malo
2. Malo
3. Regular
4. Bueno
5. Muy bueno

\_\_\_ P55. ¿Cuántos tipos de suelos identifica en su huerta?

\_\_\_ P56 Mencione el nivel de cobertura vegetal que usted mantiene en el suelo de su huerta

1. \_\_\_ Nada
2. \_\_\_ Muy poco
3. \_\_\_ Poco
4. \_\_\_ Mucho
5. \_\_\_ Demasiado

\_\_\_ P57 ¿Cuál es el tipo de plantas que tiene como cobertura el suelo de su huerta?

1. \_\_\_ Gramíneas
2. \_\_\_ Leguminosas
3. \_\_\_ Hortalizas
4. \_\_\_ Otra (especifique) \_\_\_\_\_

\_\_\_ P58 ¿Además del cultivo de mango tiene más especies aprovechables establecidos en la huerta?

1. 1 a 2
2. 3 a 4
3. 5 a 6
4. 7 a 8
5. Más de 9

\_\_\_ P59 mencione que otras especies tiene establecidos en su huerta

---

---

---

\_\_\_ P60 En su opinión ¿cómo considera la presencia de organismo benéficos en los suelos de su huerta?

1. Nada
2. Muy poco
3. Poco
4. Mucho
5. Demasiado

\_\_\_ P61 ¿Qué nivel de pendiente presenta su huerta?

1. Nada 0%
2. Muy poco 5%
3. Poco 15%
4. Mucho 20%
5. Demasiado + 21%

\_\_\_ P62 ¿Cómo considera el riesgo de erosión de su suelo?

1. Nada
2. Muy poco
3. Poco
4. Mucho
5. Demasiado

\_\_\_ P63 ¿Cómo están orientadas las melgas dentro de su huerta?

1. Curvas de nivel
2. En dirección de pendiente
3. Orientación al sol
4. Sin orientación alguna
5. Otro (especifique) \_\_\_\_\_

\_\_\_ P64 ¿Cómo considera usted la capacidad de retención humedad de su suelo?

1. Mala
2. Muy mala
3. Regular
4. Buena
5. Muy buena

\_\_\_ P65 ¿Cómo considera usted la capacidad de infiltración del agua en su suelo?

1. Mala
2. Muy mala
3. Regular
4. Buena
5. Muy buena

\_\_\_ P66 ¿Cómo considera de profundidad los suelos de su huerta? (cm)

1. Profundo
2. Poco profundo
3. Superficiales

\_\_\_ P67 ¿Cómo considera su suelo?

1. Arenoso
2. Limoso
3. Arcilloso

#### IV. ASPECTO SOCIAL

Objetivo. Verificar si el sistema mango promueve un desarrollo dentro de la comunidad

\_\_\_ P68 ¿Por medio de quién aprendió a trabajar el campo? (seleccione una o varias respuestas)

1. Papá
2. Abuelo
3. Tíos
4. Amigos
5. Otros (especifique) \_\_\_\_\_

\_\_\_ P69 ¿Cómo considera usted la relevancia de la trasmisión de conocimientos a las nuevas generaciones?

1. Sin importancia
2. De poca importancia
3. Moderadamente importante
4. Importante
5. Muy importante

\_\_\_ P70 En su opinión ¿cómo considera el interés de sus hijos respecto al campo?

1. No les interesa nada

2. Poco interés
3. Les interesa mucho

\_\_\_P71 ¿Cómo considera usted los servicios de salud en la comunidad?

1. Pésimo
2. Malo
3. Regular
4. Bueno
5. Excelente

\_\_\_P72 ¿Cómo considera usted los servicios de educación en la comunidad?

1. Pésimo
2. Malo
3. Regular
4. Bueno
5. Excelente

\_\_\_P73 ¿Usted forma parte de alguna organización o grupo de productores?

1. Si
2. No

\_\_\_P74 En caso de pertenecer ¿a qué organización o grupo pertenece?

---

---

\_\_\_P75 ¿Qué beneficios obtiene al ser miembro?

---

---

---

\_\_\_P76 ¿Está usted de acuerdo con lo que se trabaja dentro de la organización?

1. Totalmente en desacuerdo
2. En desacuerdo
3. Indeciso
4. De acuerdo
5. Totalmente

\_\_\_P77 ¿Considera usted que la organización toma en cuenta la opinión de los integrantes?

1. Nunca
2. Casi nunca
3. A veces
4. Casi siempre
5. Siempre

\_\_\_P78 ¿Qué tan satisfecho se encuentra usted con su producción de mango?

1. Totalmente insatisfecho
2. Insatisfecho
3. Satisfecho
4. Totalmente satisfecho

\_\_\_P79 En su opinión ¿cómo considera la relación y comunicación entre los productores?

1. Pésimo
2. Mala
3. Regular
4. Bueno
5. Excelente

\_\_\_P80 ¿Considera que existe apoyo entre los productores para solucionar problemas relacionados al cultivo?

1. Nunca
2. Casi nunca
3. A veces
4. Casi siempre
5. Siempre

\_\_\_P81 ¿Realizan actividades dentro de la red de producción en conjunto?

1. \_\_\_ Limpieza de caminos
2. \_\_\_ Talleres o cursos
3. \_\_\_ Gestión de proyectos
4. \_\_\_ Limpieza de canales
5. \_\_\_ Otros (especifique) \_\_\_\_\_
6. \_\_\_ Ninguna

\_\_\_P82 ¿Intervienen los productores en actividades relacionadas en la comunidad?

1. Nunca
2. Casi nunca
3. A veces
4. Casi siempre
5. Siempre

\_\_\_P83 ¿Dentro de la comunidad se realizan actividades culturales, educativas o recreativas relacionadas a la producción de mango?

1. Nunca
2. Casi nunca
3. A veces
4. Casi siempre
5. Siempre

\_\_\_P84 ¿Cómo participan los productores en aspectos de la comunidad? (seleccione una o varias)

1. Generan ingresos en la comunidad
2. Generan empleo
3. Aportan cooperaciones para eventos
4. Promueven la participación de la comunidad
5. Otro (especifique) \_\_\_\_\_

## V. ACTIVIDAD ECONÓMICA

Objetivo. Describir la importancia económica del sistema mango y los diferentes ingresos familiares

\_\_\_P85 ¿Qué tanto aporta el mango al total de sus ingresos?

1. 1-25%

2. 26-50\$
3. 51-75%
4. 76-100%

\_\_\_ P86 ¿De dónde obtiene los otros ingresos? (seleccione una o varios)

1. \_\_\_ Otros cultivos
2. \_\_\_ Remesas
3. \_\_\_ Jornalero
4. \_\_\_ Comercio
5. \_\_\_ Oficios
6. \_\_\_ Programa de gobierno (especifique) \_\_\_\_\_
7. \_\_\_ Otro (especifique) \_\_\_\_\_

\_\_\_ P87 ¿Solicita créditos para financiar su producción?

1. Nunca
2. Rara vez
3. Algunas veces
4. Mayoría de veces
5. Siempre

\_\_\_ P88 ¿A quién recurre para solicitar el crédito? (seleccione una o varias)

1. \_\_\_ Caja de ahorro
2. \_\_\_ Banco
3. \_\_\_ Familiar o amigo
4. \_\_\_ Empaque
5. \_\_\_ Gobierno
6. \_\_\_ Prestamista
7. \_\_\_ Otro (especifique) \_\_\_\_\_

\_\_\_ P89 ¿Cuánto es el monto que solicita para realizar sus actividades?

\_\_\_ P90. ¿Cuánto tiempo le otorgan para realizar el pago del préstamo?

1. 3-6 meses
2. 7-12 meses
3. 13-18 meses
4. Más de 18 meses

\_\_\_ P91 ¿Principalmente cuál es el destino que le da al crédito solicitado? (seleccione una o varias)

1. \_\_\_ Compra de insumos
2. \_\_\_ Trabajo dentro de la unidad de producción
3. \_\_\_ Pagar deudas
4. \_\_\_ Otro (especifique) \_\_\_\_\_

\_\_\_ P92 ¿Cuánto invierte en una hectárea de mango para la producción durante una temporada?

\_\_\_ P93 ¿Tiene garantizada la venta de su producción?

1. Nunca
2. Rara vez
3. Algunas veces
4. Mayoría de veces
5. Siempre

\_\_\_P94 ¿Cuál es el destino de venta de su producción?

1. Empaque
2. En pie
3. Intermediario o coyote
4. Central de abastos
5. Otro (especifique) \_\_\_\_\_

\_\_\_P95 ¿Conoce usted el destino que se le da a su producción?

1. Local
2. Regional
3. Nacional
4. Extranjero

\_\_\_P96 ¿El precio al que vendió en los diferentes ciclos de producción le permitió recuperar su inversión?

Ciclo de cultivo	1.Nada	2.Menos de la mitad	3.La mitad	4.Más de la mitad	5.Totalmente
2018					
2017					
2016					
2015					

\_\_\_P97 ¿Cuál es el rendimiento máximo y el mínimo t/ha<sup>-1</sup> obtenido en su huerta?

	2014	2015	2016	2017	2018
Máximo					
Mínimo					

\_\_\_P98 ¿A solicitado apoyos para el campo?

1. Nunca
2. Rara vez
3. Algunas veces
4. Mayoría de veces
5. Siempre

\_\_\_P99 Si lo solicito y recibí, ¿Qué tipo de apoyo recibió usted? (selecciones una o varias respuestas)

1. \_\_\_Económico
2. \_\_\_Maquinaria
3. \_\_\_Insumos
4. \_\_\_Material vegetal
5. \_\_\_Infraestructura
6. \_\_\_Otro (especifique) \_\_\_\_\_

\_\_\_P100 Mencione de acuerdo a su opinión el uso que le da a su ingreso

	1. Nada	2. Poco	3. Regular	Mucho
--	---------	---------	------------	-------

1. ___ Comida				
2. ___ Salud				
3. ___ Educación				
4. ___ Vivienda				
5. ___ Pago de luz				
6. ___ Pago de teléfono				
7. ___ Compra de gas				
8. ___ Ropa				
9. ___ Celular				
10. ___ Transporte propio				
11. ___ Pago en mano de obra				
12. ___ Insumos agrícolas				
13. ___ Compra de animales				

\_\_\_ P101 Mencione la frecuencia de jornales que emplea para realizar los trabajos dentro de su unidad de producción

1. Nunca
2. Rara vez
3. Algunas veces
4. Mayoría de veces
5. Siempre

\_\_\_ P102 ¿Cuál es el costo del jornal por día de trabajo?

\_\_\_ P103 ¿Aproximadamente cuántos jornales emplea para realizar los trabajos dentro de su unidad de producción?

Actividad	Número de jornaleros
1. ___ Riego	
2. ___ Podas	
3. ___ Deshierbes	
4. ___ Fertilización o abonada	
5. ___ Cosecha	

### Anexo 3. Guía de evaluación *in situ* de suelo y biodiversidad en campo

**Objetivo.** Identificar las principales características de las huertas de mango mediante la opinión de los productores

---

#### CALIDAD DEL SUELO

---

##### 1. Estructura del suelo

- Arenoso (1)
- Franco arenoso (2)
- Franco (3)
- Franco arcilloso (4)
- Arcilloso (5)

##### 2. Compactación e infiltración

- Compacto sin vegetación, se anega y no infiltra (1)
- Compacto con vegetación y se infiltra muy lento (2)
- Presencia de una capa delgada, el agua se infiltra lentamente (3)
- Suelo no compacto, el agua se infiltra medianamente moderado (4)
- Suelo no compacto, el agua se infiltra fácilmente (5)

##### 3. Profundidad del suelo

- Subsuelo expuesto (1)
- Subsuelo casi expuesto (2)
- Suelo superficial delgado <10 cm (3)
- Suelo superficial profundo 10-15 cm (4)
- Suelo superficial profundo >15 cm (5)

##### 4. Estado de residuos vegetales

- Sin presencia de residuos orgánicos (1)
- Presencia de residuos orgánicos que no se descomponen o lo hacen muy lentamente (2)
- Se mantienen residuos del año anterior, en proceso de descomposición (3)
- Residuos en varios estados de descomposición y residuos viejos bien descompuestos (4)
- Presencia de rápida descomposición de los residuos orgánicos (5)

##### 5. Cobertura del suelo

- 0 % (1)
- 1 – 25 % (2)
- 26 – 50 % (3)
- 51 – 75 % (4)
- 76 – 100 % (5)

## 6. Erosión

- Extrema (1)
- Severa (2)
- Moderada (3)
- Ligera (4)
- Sin degradación aparente (5)

## 7. Nivel de pendiente del área de cultivo

- > 45 % (1)
- 31 – 44 % (2)
- 16 – 30 % (3)
- 6 – 15 % (4)
- 0 – 5 % (5)

## 8. Actividad biológica

- Sin signos de actividad biológica, no se observan lombrices o invertebrados (1)
- Mínima actividad biológica (2)
- Se observan lombrices y artrópodos en puntos específicos (3)
- Presencia de actividad biológica en gran parte de la superficie (4)
- Presencia abundante en todo el terreno de lombrices y artrópodos (5)

## 9. Productividad del cultivo

- Baja, producción menos de la media regional (1)
- Producción entre la baja y media regional (2)
- Media, producción media de la región (3)
- Producción entre la media y poco más de la media (4)
- Alta, más de la producción media en la región (5)

## 10. Relación aplicación del fertilizante mineral en productividad del cultivo

- Es indispensable aplicar altas dosis de fertilizante (1)
- No requiere, pero aplica más fertilizante de lo recomendado (2)
- Se aplica fertilizante racionalmente (3)
- Se aplica fertilizante en dosis bajas (4)
- No hay uso de fertilizantes (5)

## 11. Enmiendas orgánicas o fertilizantes orgánicos

- Nunca se hacen ni se aplican (1)
- Pocas veces (2)
- Algunas veces (3)
- Mayoría de veces (4)
- Siempre las hacen o se aplican (5)

## 12. Combinación entre fertilizantes minerales y orgánicos

- Solo fertilizante mineral (1)
- Mucho fertilizante mineral/poco orgánico (2)
- Cantidades similares de ambos fertilizantes (3)
- Mucho fertilizante orgánico/poco mineral (4)
- Solo Fertilizante orgánico (5)

### 13. Color de suelo

- Gris (1)
- Blanco (2)
- Rojo (3)
- Marrón (4)
- Negro (5)

### 14. pH

- Ácido (1)
- Ligeramente ácido (2)
- Neutro (3)
- Ligeramente alcalino (4)
- Alcalino (5)

---

## MANEJO DE LA BIODIVERSIDAD

---

### 1. Sistema de manejo

- Monocultivo convencional, con alto uso de agroquímicos (1)
- Monocultivo convencional, con uso racional de agroquímicos (2)
- Monocultivo convencional o en transición, e integración de ganado (3)
- Monocultivo orgánico, con uso de insumos orgánicos o biológicos (4)
- Monocultivo orgánico con diversificación, con uso de insumos orgánicos o biológicos (5)

### 2. Diversidad genética

- Una sola variedad del cultivo principal (1)
- Dos variedades del cultivo principal (2)
- Tres variedades del cultivo principal (3)
- 4 variedades del cultivo principal (4)
- 5 o más variedades del cultivo principal (5)

### 3. Aprovechamiento de las áreas libre del cultivo principal, para cultivos temporales

- Nada de superficie (1)
- > 25 % de superficie (2)
- 26 – 50 % de superficie (3)
- 51 – 76 % de superficie (4)
- < 76 % de superficie (5)

### 4. Biodiversidad productiva además del mango

- Ninguna (1)
- 1 especie (2)
- 2 – 3 especies (3)
- 4 – 5 especies (4)
- < 6 especies (5)

- 5. Conexión ecológica con el área externa**
- Menos del 12% del perímetro posee cercas vivas (1)
  - Entre 13 y 25 % del perímetro se encuentra rodeado por cercas vivas (2)
  - Entre 26 y 50% del perímetro se encuentra rodeado por cercas vivas (3)
  - Entre el 51 y 75% del perímetro se encuentra rodeado por cercas vivas (4)
  - Entre el 75 y 100% del perímetro se encuentra rodeado por cercas vivas (5)
- 6. Diversidad de especies aprovechables**
- 1 o ninguna especie (1)
  - 2 – 3 especies (2)
  - 4 – 5 especies (3)
  - 6 – 7 especies (4)
  - < 7 especies (5)
- 7. Diversidad de especies en barreras vivas**
- Ninguna (1)
  - 1 especie (2)
  - 2 especies (3)
  - 3 especies (4)
  - < 3 especies (5)
- 8. Manejo de ambientes seminaturales**
- No existen (1)
  - Existen, pero sin considerar sus funciones (2)
  - Se conserva sin intervenciones para garantizar sus funciones (3)
  - Se incrementan (4)
  - Se mejoran sus funciones integrando plantas necesarias (5)
- 9. Presencia de arvenses**
- Nada (1)
  - Solo en etapa final del cultivo (2)
  - Desde que pasa el periodo crítico del cultivo (3)
  - Según el grado de incidencia (4)
  - Durante todo el ciclo del cultivo (5)
- 10. Área de zonas de conservación**
- No presenta ningún área de conservación (1)
  - Únicamente en época de lluvias (2)
  - Al menos un lado presenta algún área de conservación (3)
  - Dos lados presentan algún área de conservación (4)
  - Más de dos lados presentan algún área de conservación (5)
- 11. Diversidad circundante**
- Rodeado por cultivos o carretera (1)
  - Al menos un lado por vegetación natural (2)
  - Al menos dos lados por vegetación natural (3)
  - Tres lados por vegetación natural (4)
  - Rodeado todos sus lados por vegetación (5)