



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO

Facultad de Ciencias Naturales

Maestría en Gestión Integrada de Cuencas

Evaluación de la sustentabilidad de dos sistemas de producción agropecuarios, en la comunidad La Carbonera, microcuenca Buenavista, Querétaro.

Tesis

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de
Maestra en Gestión Integrada de Cuencas

Presenta

Karen Patricia De Las Salas Carrillo

Dirigida por:

Dra. Tamara Guadalupe Osorno Sánchez

Dr. Carlos González Esquivel

Santiago de Querétaro, Qro. 2016.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO
Facultad de Ciencias Naturales

Maestría en Gestión Integrada de Cuencas

Evaluación de la sustentabilidad de dos sistemas de producción agropecuarios, en la comunidad La Carbonera, microcuenca Buenavista, Querétaro.

TESIS

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de

Maestra en Gestión Integrada de Cuencas

Presenta

Karen Patricia De Las Salas Carrillo

Dirigida por:

Dra. Tamara Guadalupe Osorno Sánchez

Dr. Carlos Ernesto González Esquivel

Dra. Tamara Guadalupe Osorno Sánchez
Presidente

Dr. Carlos Ernesto González Esquivel
Secretario

Mtra. Liliana González Erives
Vocal

Dra. Mónica Ribeiro Palacios
Suplente

Mtro. Genaro García Guzmán
Suplente

Dr. Margarita Teresa de Jesús García Gasca
Director de la Facultad

Firma

Firma

Firma

Firma

Firma

Firma

Dra. Ma Guadalupe Flavia Loarca Piña
Director de Investigación y Posgrado

Universidad Autónoma de Querétaro
Querétaro, Qro.
2016.

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue el desarrollo y uso de indicadores para evaluar la sustentabilidad de dos sistemas de producción agropecuarios: Convencional y Diversificado, en la comunidad La Carbonera, microcuenca Buenavista, Querétaro. El Sistema Convencional es un sistema que utiliza insumos químicos como, insecticidas, pesticidas, maquinaria pesada como tractores, semilla mejorada, y se enfatiza en la agricultura como negocio. El Sistema diversificado es producto de un proceso de reconversión tecnológica de convencional a agroecológica.

Para la evaluación de la sustentabilidad ambiental se adoptó la metodología conocida Marco para la Evaluación de Sistemas de Recursos Naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS). Se realizó la caracterización y el diagnóstico de los sistemas que permitió identificar y priorizar los principales problemas. Posteriormente se seleccionaron y midieron 13 indicadores de carácter ambiental, económico y social, los cuales finalmente fueron analizados a través de un diagrama amiba y permitió de manera global evaluar la sustentabilidad de ambos sistemas de producción.

El sistema de producción diversificado fue ambientalmente más sustentable que el sistema de producción convencional con una mayor participación y mejor capacitación de las productoras, así como equidad en distribución de costos e ingresos índice de diversidad, uso de fertilizantes y pesticidas, participación de las productoras, y equidad en distribución de costos e ingresos. También hubo mayor número de especies manejadas en las parcelas y el uso de fertilizantes y pesticidas fue nulo.

En este sistema de producción se enfatiza la conservación de los recursos naturales, la preservación de la biodiversidad, el uso de insumos de origen biológico para el control de plagas y enfermedades y hay una interacción hombre-naturaleza que no está mediada por la agroproductividad, sino por el respeto de los ciclos, ritmos y tiempos de la naturaleza, configurando un paisaje biodiverso y rico en singularidades.

A partir de estos resultados, se puede inferir que existe una necesidad imperante de orientar a los productores del sistema convencional sobre la implementación de un esquema organizativo bajo el enfoque de cuenca y con esto trabajar de manera colectiva y sinérgica con otros productores con el fin de desarrollar una agricultura sustentable en términos de organización, desarrollo de prácticas para mejorar la calidad del suelo, diversificar la alimentación y generar ingresos a partir de economías justas y sustentables .

Palabras Claves: Sustentabilidad, Agroecosistemas, Cuencas.

SUMMARY

The objective of the present research was the application of some indicators in order to evaluate sustainability of two agricultural production systems: Traditional and Diversified at La Carbonera community, Buenavista microwatershed, Querétaro. The conventional system uses chemical supplies such as insecticides, pesticides, heavy machinery like tractors, improved seed, and emphasizes agriculture as a business.

The diversified system comes from a technological process of conversion from conventional to agroecological.

For the evaluation of environmental sustainability a methodology known as Framework for Assessment Systems incorporating Natural Resource Sustainability Indicators (MESMIS) was adopted. Characterization and diagnosis of systems was made and it allows to identify and prioritize the main problems. Then were selected and measured 13 indicators of environmental, economic and social character, which were analyzed through an ameba diagram that allowed globally assess the sustainability of both production systems.

The diversified production system was more environmentally sustainable than conventional production system with more participation and better training of producers and equitable distribution of costs and income diversity index, use of fertilizers and pesticides, participation of producers, and equitable distribution of costs and revenues. There was also more diversity of species managed on farms and the none use of fertilizers and pesticides.

This production system emphasizes in natural resources conservation, preservation of biodiversity, biological origin of supplies in order to avoid pests and diseases is emphasized and there is a man-nature interaction that doesn't depends of productivity but respect for the cycles and natural process, preserving a landscape with an high level of biodiversity.

From these results, we can infer that there is an urgent need to guide producers of conventional system on the implementation of an organizational scheme under the watershed approach and this work collectively and synergistically with other producers in order to develop sustainable agriculture in social, environmental and economic terms.

Keywords: Sustainability, Agroecosystem, Watershed.

DEDICATORIA

*A un gran hombre, al que tuve la suerte y fortuna de llamar Papá.
¡ Te amo!*

AGRADECIMIENTOS

A Dios, quien día con día me regala el milagro de la vida, quien me ha brindado ésta oportunidad de conocer éste país y poder disfrutar de todo lo bueno y lo malo que trae consigo. Cada situación vivida hoy me llena de mucha alegría, al recordar que si bien viví momentos difíciles, éstos me han permitido crecer, haciendo de mí una mujer más fuerte, decidida, valiente, pero sobre con ganas de ser mejor para los míos y los que me rodean. A ti Diosito, porque hoy soy testimonio de tu infinito amor y misericordia.

A México, quien a través del Consejo de Ciencia y Tecnología (CONACYT) me otorgó una beca para realizar mi maestría.

A la Universidad Autónoma de Querétaro por su apoyo y patrocinio para la realización de este proyecto de tesis.

A mi directora de tesis, la Dra. Tamara Guadalupe Osorno Sánchez, mi más profundo agradecimiento por tu valiosa dirección en este proyecto, por tu paciencia ante mi manera de ser y trabajar.

Al Dr. Carlos González Esquivel, mi codirector, por haberme recibido en tu equipo de trabajo en la Universidad Nacional Autónoma de México, Morelia. Por tu apoyo durante mi estancia donde realmente le di inicio a este trabajo con tu guía y conocimientos.

A mis sinodales, Lili, Genaro y la Dra. Mónica Ribeiro por atender mis dudas, por las valiosas contribuciones que hicieron al trabajo final, por el tiempo que dedicaron para revisarlo y compartirme sus conocimientos. Todo mi respeto para ustedes.

A mis profesores de la maestría, en especial al Dr. Miguel ángel Domínguez Cortázar, un profesor a quien respeto, admiro y agradezco infinitamente cada momento compartido. Gracias por ser una voz de esperanza en momentos de crisis. ¡Gracias Totales!

A las muchas personas que visité en La Carbonera, en especial a Rosy, María de los Ángeles, la Sra. Cony, el Sr. Adam y a Doña Eulalia, ¡Como olvidarla! Gracias por su buena disposición para conmigo y por hacerme sentir en familia cuando visitaba su casa. ¡Nunca voy a olvidarla!

A la Universidad Nacional Autónoma de México, sede Querétaro donde desarrollé mis análisis de laboratorio de suelos. En especial a Dra. Sara Solís Valdez, por brindarme un espacio en su laboratorio y regalarme de su valioso tiempo.

A mis madre Noriz Cecilia mi más grande y bonito amor, por creer en mí, por apoyarme, por ser mi mejor aliada...mi sol y mi abrigo. Tu amor es mi energía, mi motor. ¡Gracias ma por tanto!

A mis hermanos los mejores regalos de la vida. A Chiqui y el niño, quienes con escasas palabras me hacen sentir su amor, apoyo y respeto. Esto es por ustedes. Los amo infinitamente.

A mi abuelita, quien con sólo escucharla por teléfono tiene el poder de generarme esa sensación de tranquilidad y esperanza. Gracias abue por tus oraciones, Te amo infinito.

A Vic, mi ángel, mi compañero de vida, por tu apoyo, pero sobre todo por su paciencia y amor incondicional. ♪No comprendo...tantos siglos, tantos mundos, tanto espacio... y coincidir.♪

A Valeria y Susana a quienes me encontré en éste camino y que sin imaginarlo hacían mis días amenos en el laboratorio. ¡Parceras del destino!

A mis amigos de siempre, los de mi Curramba La Bella, mi Barranquilla del alma... Que a pesar de la distancia siempre estuvieron conmigo motivándome en ésta experiencia de vida. Luisa: Ya terminé este curso del SENA.

TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN	1
1. INTRODUCCIÓN	10
2. OBJETIVOS	13
2.1 Objetivo general	13
2.2 Objetivos específicos	13
3. PREGUNTA PROBLEMA:	13
4. MARCO TEÓRICO	14
4.1 Cuencas Hidrográficas	14
4.2 La cuenca como unidad de manejo de recursos Naturales	20
4.3 Sustentabilidad	22
4.3.1 Evaluaciones de sustentabilidad.....	24
Fuente: Arnés,(2011).	27
4.3.2 Marco para la evaluación de sistemas de manejo de recursos naturales incorporando indicadores de sustentabilidad. (MESMIS).....	27
4.4 Sistema de manejo Sustentable	29
4.5 Atributos o propiedades de los agroecosistemas.....	30
5. MATERIALES Y MÉTODOS	33
5.1 Descripción de la zona de estudio	33
5.2 Toma de datos.....	41
6. RESULTADOS	46
6.1 Conformación del grupo Mujeres y ambiente.....	46
6.2 Caracterización social del grupo de trabajo del sistema de producción diversificado	55
6.3 Caracterización de los sistemas agropecuarios	57
6.4 Puntos Críticos	71
6.5 Medición y monitoreo de los indicadores:	81
6.6 Integración de resultados:.....	86
7. DISCUSIÓN	88
7.1 La microcuenca como unidad de gestión de los recursos naturales	92
8. CONCLUSIONES	95
9. RECOMENDACIONES	96
10. BIBLIOGRAFÍA	99

Índice de Figuras

Figura 1. La cuenca como espacio y territorio. Tomado de Guía para la Elaboración de Planes de Manejo de Microcuencas (2009).....	16
Figura 2. Componentes de una cuenca. Tomado de Carvajal (2014).	17
Figura 3. Subsistemas que interactúan en una cuenca hidrográfica.	19
Figura 4. Zonas funcionales de la cuenca, tomado de CATIE (2016).	20
Figura 5 Ubicación de la microcuenca Buenavista, basado en INEGI (2010).	34
Figura 6. Tipos de suelo en la microcuenca Buenavista, basado en INEGI (2010).	36
Figura 7. Ciclo de actividades para la ejecución del MESMIS. (Maserá <i>et al.</i> , 1999).....	45
Figura 8. Diagrama de flujo del sistema de producción convencional.	62
Figura 9. Diagrama de flujo del sistema de producción diversificado.	70
Figura 10. Valores promedio del rendimiento de maíz para Sistema convencional (SC) y Sistema Diversificado (SD)	73
Figura 11. Porcentaje de materia orgánica en los sistemas de producción evaluados.	76
Figura 12. Concentración de nitrógeno total en los sistemas de producción.....	77
Figura 13. Concentración de Fósforo total en los sistemas de producción.	78
Figura 14. Concentración de Potasio en los sistemas de producción evaluados.	79
Figura 15. Porcentaje de sustentabilidad por atributo de los sistemas de producción agropecuarios (Diversificado y convencional) en la microcuenca Buenavista.	85
Figura 16. Se presentan las áreas ambiental, económica y social de los sistemas de producción agropecuarios (Diversificado y convencional) en la microcuenca Buenavista.....	86
Figura 17. Diagrama Amiba que muestra de manera integrada los indicadores de sustentabilidad evaluados para los sistemas de producción agropecuarios (Diversificado y convencional) en la microcuenca Buenavista.....	88

Índice de Tablas

Tabla 1. Comparación de distintos marcos de sustentabilidad	27
Tabla 2. Distribución de pozos subterráneos	35
Tabla 3. Uso del suelo con base en PRPC (2010)	36
Tabla 4. Relación costos por la preparación de la tierra por hectárea.	59
Tabla 5. Relación costos por la preparación de la tierra por hectárea.	65
Tabla 6. Venta por cosecha de cada uno de los cultivos. Fuente: (Arteaga 2015)	66
Tabla 7. Venta por cosecha de cada uno de los cultivos. Fuente: (Arteaga 2015)	66
Tabla 8. Características de los Sistemas de producción Agropecuarios evaluados en la microcuenca Buenavista, Querétaro, México, 2015.	70
Tabla 9. Puntos críticos, criterios diagnósticos e Indicadores medidos para la evaluación de sustentabilidad.	71
Tabla 10. Criterios diagnósticos e indicadores de sustentabilidad para evaluar la sustentabilidad de los sistemas de producción agropecuarios en la comunidad La Carbonera, microcuenca Buenavista. Basado en Maserá <i>et al.</i> , 1999.	72

Tabla 11. Relación beneficio/costo en los sistemas de producción evaluados.	74
Tabla 12. Especies encontradas en los sistemas de producción convencional y Diversificado.	75
Tabla 13. Análisis de la calidad del suelo (materia orgánica e índice NPK) en los suelos de los sistemas de producción evaluados.	76
Tabla 14. Valores de referencia para clasificar la concentración de materia orgánica en suelos minerales y volcánicos se presenta en la siguiente tabla. (NOM-021-RECNAT-2000).	77
Tabla 15. Clasificación de fertilidad de suelos en función del nitrógeno inorgánico (NOM-021-RECNAT-2000).	78
Tabla 16. Criterios para determinar la calidad de un suelo en cuanto a su contenido de fósforo. (NOM-021-RECNAT-2000).	79
Tabla 17. Valores de referencia para clasificar la concentración de potasio en suelos. (NOM-021-RECNAT-2000).	79
Tabla 18. Dependencia de insumos externos para los sistemas de producción.	81
Tabla 19. Definición de los intervalos de referencia y valores estandarizados de los indicadores de sustentabilidad de los sistemas de producción Agropecuarios.	83

1. INTRODUCCIÓN

El manejo de cuenca es una perspectiva fundamental para la solución de problemáticas identificadas en un sitio, ya que dentro de este enfoque se integra la estructura y función del paisaje tomando en cuenta también criterios económicos y sociales para maximizar el aprovechamiento de los recursos naturales por parte de los pobladores (Wagner, 2005; Avalos y López, 2008). En éste sentido es clave que se asegure que las estrategias propuestas en este tipo de manejo se adecúen a las actividades que realiza el ser humano, la forma en cómo se apropia del territorio y desarrolla sus sistemas productivos con base en los recursos naturales y con esto asegurar la participación activa de los pobladores (Catarina 2005; Lara *et al.*, 2007; Cotler y Caire, 2009; Reyes y Ballesteros, 2011).

La microcuenca Buenavista se localiza en la región norte y noroeste del municipio de Querétaro. Forma parte de la Región Hidrológica N° 12 Lerma-Santiago, que corresponde a la cuenca del río Laja, uno de los afluentes más importantes del río Lerma (PRPC, 2010).

Esta unidad hidrológica presenta problemas de pérdida de suelo por erosión, así como problemas de pobreza, desempleo, carencia de ingresos, infraestructura y servicios básicos deficientes, por lo cual ha sido considerada por la CONAPO como zona de alta marginación (PRPC, 2010).

El sector productivo más explotado ha sido el agrícola (4,883 hectáreas de la microcuenca, de las cuales 4,275 hectáreas corresponden a tierras de temporal y 608 hectáreas de riego), principalmente con el cultivo del maíz, dedicando anualmente el 90% de la superficie agrícola a este cultivo donde los recursos naturales como suelo, la flora y la fauna, se han degradado paulatinamente ya que no se han tomado en cuenta como una parte integral del desarrollo rural (PRPC, 2010).

Dentro de la microcuenca se desarrollan dos tipos de sistemas de producción rural (SPR): Un sistema convencional, el cual predomina desde hace muchos años y un sistema de producción rural diversificado o alternativo, que ha venido implementándose desde el año 2008 con la participación de un grupo de mujeres.

El sistema convencional se desarrolla mayoritariamente por los hombres de las unidades familiares. En este sistema se hace uso de semillas mejoradas, existe una dependencia de las remesas enviadas de los Estados Unidos, maquinaria pesada para la preparación de la tierra, agroquímicos para el manejo de plagas, maleza y contratación de mano de obra para labores del campo.

Si bien, esta microcuenca, ha recibido apoyos económicos de diversas instituciones gubernamentales (SERMARNAT- PRODESA), estos han sido de manera aislada y dispersa, lo cual ha incidido en el lento desarrollo de los sectores productivos (PRPC, 2010). Por lo que el deterioro de los recursos naturales ha sido acelerado. El manejo integrado de los recursos naturales que se propone desde una perspectiva de cuenca puede permitir gestionar los sistemas de producción así como, llegar a una situación aceptable de sustentabilidad (Catarina, 2005).

Para entender la sustentabilidad de estos sistemas de producción rural se han desarrollado índices y marcos de evaluación, para establecer procesos de manejos sostenibles. Uno de estos métodos de evaluación es el marco para la evaluación de sistemas de manejo de recursos naturales incorporando indicadores de sustentabilidad (MESMIS), una herramienta metodológica, que permite diagnosticar sistemas de producción rural (SPR) con un enfoque cíclico, participativo e interdisciplinario, permitiendo entender de manera holística los factores limitantes y favorecedores para la sustentabilidad de los sistemas de producción a partir de la interacción de procesos sociales, ambientales y económicos.

En este sentido, un grupo de campesinas desde el año 2003 desarrolla nuevas alternativas de producción e ingresos, a través de proyectos donde se trata de hacer un mejor manejo de los recursos naturales y económicos disponibles, basado en la participación organizada y colectiva, dando cabida a procesos autogestivos entre los integrantes del grupo .

Este grupo ha optado por un sistema diversificado, que se implementó en esta localidad con la introducción de nuevas especies productivas en los predios de las familias campesinas involucradas. Actualmente es un caso de estudio particular en la microcuenca

y es manejado por las mujeres del grupo "Mujeres y Ambiente", quienes son la fuerza laboral de la unidad productiva.

En este sistema se desarrollan estrategias de seguridad alimentaria, prácticas agroecológicas para conservación de suelos, manejo de plagas y maleza en la perspectiva de potenciar el sistema productivo tradicional sustentado en la diversificación y aprovechamiento sostenido de sus recursos naturales (Frías y Delgado, 2003; Osorio y Alcántara, 2003; Díaz y Valencia, 2015).

Así mismo, en este sistema de producción se implementan nuevas tecnologías y saberes, en las que destacan componentes como la revalorización del saber local, la conservación de suelos, la equidad en la participación, y el reforzamiento de la organización (Frías y Delgado, 2003; Osorio y Alcántara, 2003).

En la presente investigación se evaluó y comparó la sustentabilidad de dos sistemas de producción rural (convencional y diversificado) en la parte baja de la microcuenca Buenavista, a través del uso del Marco Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS). Esta investigación permitió caracterizar ambos sistemas en el contexto socio-ambiental a nivel de parcela incluyendo todos sus componentes, insumos, el tipo de producción. Con esto se pudieron identificar fortalezas y debilidades de ambos sistemas para emitir recomendaciones que permitan lograr un mejor funcionamiento en términos productivos, sociales y ambientales.

Este trabajo pretende ser un aporte para que los productores de la microcuenca Buenavista y otros productores de características similares, puedan utilizar los indicadores de sustentabilidad para desarrollar alternativas de manejo como fuente de sustento económico familiar, que se orienten hacia la sustentabilidad, teniendo en cuenta la dinámica social, económica y ambiental de la microcuenca y que proporcionen una mejor calidad de vida para sus familias.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Evaluar y comparar la sustentabilidad de dos sistemas de producción rural: convencional y diversificado en la microcuenca Buenavista, Querétaro, con el fin de emitir las recomendaciones necesarias para un mejor funcionamiento del mismo o de los mismos.

2.2 Objetivos específicos

- ✓ Caracterizar socioeconómicamente a las mujeres productoras integrantes del grupo “mujeres y ambiente” de la microcuenca.
- ✓ Caracterizar los sistemas de producción rural (Convencional y Diversificado) en la comunidad La Carbonera.
- ✓ Identificar los puntos críticos e indicadores que permitan evaluar la sustentabilidad de ambos sistemas.
- ✓ Sugerir estrategias alternativas que puedan contribuir a mejorar la sustentabilidad de los sistemas.

3. PREGUNTA PROBLEMA:

¿El sistema agropecuario diversificado desarrollado en la comunidad de La Carbonera es más sustentable que uno convencional en términos ambientales, sociales y económicos? De ser así, ¿cuáles son las condiciones?

4. MARCO TEÓRICO

4.1 Cuencas Hidrográficas

En la mayoría de los países de Latino América, los recursos naturales están bajo el manejo de comunidades campesinas, quienes generalmente se han asociado a sistemas degradados haciendo uso de los recursos naturales (bosques, agua, pastos y tierra), de manera indistinta. La magnitud y la intensidad del uso de los recursos naturales se han aumentado a lo largo del tiempo, lo cual ha causado la degradación del medio ambiente, la escasez del recurso agua y el deterioro de las condiciones de vida de las poblaciones que se albergan dentro de la unidad territorial denominada cuenca.

Las cuencas hidrográficas son sistemas *complejos*, ya que dentro de este espacio territorial dinámico se generan procesos socioecológicos, estrechamente ligados entre sí, que regulan y mantienen los ecosistemas. Tal es el caso de los procesos que regulan el clima, los que mantienen la fertilidad de los suelos, los que controlan las inundaciones, los que purifican el agua, los que mantienen la biodiversidad, los que les dan estabilidad a los ecosistemas, (Daily *et al.*, 1997) y que le confieren características estructurales y funcionales que permiten generar bienes y servicios ambientales a la sociedad.

(Mendoza Jairo 1999), define una cuenca como: *“un territorio que es delimitado por la propia naturaleza esencialmente por los límites de la zonas de escurrimiento de las aguas superficiales que convergen hacia un mismo cauce... la cuenca, sus recursos naturales y sus habitantes poseen condiciones físicas, biológicas económicas, sociales y culturales que les confieren características que son particulares de cada una”*.

Este concepto de Mendoza hace ver que la cuenca es una unidad integral que no puede estar desligada de la naturaleza misma y las comunidades que la habitan, ya que el agua y el suelo es la fuente de vida para el ser humano.

Para (Faustino *et al.*,2006), *la cuenca hidrográfica también se define como un ecosistema en el cual interactúan y se interrelacionan variables biofísicas y socioeconómicas que funcionan como un todo, con entradas y salidas, límites definidos,*

estructura interna de subsistemas jerarquizados (por ejemplo en el sistema biofísico: los subsistemas biológicos y físicos).

Para (Casillas 2004) *La cuenca es el territorio que facilita la relación entre sus habitantes, independientemente del agrupamiento en asentamientos delimitados por razones político-administrativas, debido a su dependencia común a un sistema hídrico compartido, a los caminos y vías de acceso y al hecho que deben incluso, enfrentar peligros comunes. La cuenca, por lo tanto, es una unidad natural que sirve de base como territorio para articular procesos de gestión que tienden al desarrollo rural sustentable.*

Sonia Dávila, en su libro *el poder del agua* (2006), define la cuenca como área en la que escurre el agua superficial, limitada por el relieve, es decir las partes más altas de las montañas, que determinan, la dirección del escurrimiento respecto a un punto de salida. En este caso la cuenca se conceptualiza como un sistema de drenaje que concentra sus aguas a un cuerpo de agua mayor, como un río o el mar.

La cuenca como concepto tendría ésta y otras acepciones, de acuerdo con distintas necesidades analíticas, ya que su definición puede enfocarse hacia factores ecosistémicos, edafológicos, bióticos, hidrológicos o sociales; y en éste enfoque social se relaciona con las actividades económicas, las poblaciones asentadas, las características demográficas y étnicas o las unidades de planeación y gestión, en la que los aspectos de desarrollo regional, inversión y organización son la base para el manejo de los recursos naturales.

Basándonos en lo anterior tendríamos otra definición de cuenca, como *“el territorio caracterizado por un sistema de relaciones sociales, económicas y políticas que ocurren en el proceso de aprovechamiento de los recursos naturales, y cuyo espacio físico está delimitado por el relieve geográfico, en el cual el agua es considerada como su sistema integrador”* (Dávila 2006).

Estas diferentes connotaciones del concepto de *Cuenca* nos permiten pensar que puede ser definida como un ecosistema, un territorio, un espacio socio/geográfico, o un área natural complejo e integrado por un sistema hidrográfico (Figura 1).



Figura 1. La cuenca como espacio y territorio. Tomado de Guía para la Elaboración de Planes de Manejo de Microcuencas (2009)

Un sistema complejo, abierto, cuyos elementos sociales, económicos, culturales, normativos, político-administrativos, biofísicos y ambientales se encuentran en estrecha relación, un sistema abierto a flujos, influencias y líneas de acción que atraviesan sus fronteras: Recibe y Da". (Escobar, 2006).

Para comprender por qué la cuenca hidrográfica es un sistema, se hace necesario comprender que:

Existen entradas como la precipitación, la radiación solar, los agroquímicos, la mano de obra de los agricultores, la energía de la maquinaria, las semillas que se siembran, entre otros.

Existen salidas que pueden ser positivas o negativas: salidas positivas son por ejemplo, agua para varios fines (consumo humano, riego, generar electricidad), producción de alimentos (agrícolas y pecuarios), producción de madera y carbón, recreación, servicios ambientales, entre otros.

Las salidas negativas son por ejemplo, contaminación de aguas, evaporación de aguas, inundaciones por alteración de los escurrimientos, escasez de agua en la época seca, daños a la infraestructura económica, mayor biodiversidad, entre otras.

Existen componentes en su interior que le dan una estructura y función, tales como: las áreas con cultivos, la ganadería, los bosques y selvas, los centros de población, las

agroindustrias, los caminos y puentes, las áreas naturales protegidas, la escuelas, los hospitales, etcétera.

Se producen interacciones entre sus componentes, por ejemplo, si se deforesta irracionalmente en la parte alta, es posible que en épocas lluviosas se produzcan inundaciones en las partes bajas. Si el ganado se come todo el rastrojo de la cosecha de maíz es posible que el suelo se erosione con las lluvias.

Estos componentes de la cuenca nos permiten concebir la cuenca como un **sistema biofísico** que ofrece recursos como: flora, subsuelos, fauna, red hidrográfica, componentes geológicos. Como **sistema económico**, que hace posible que dentro de estos espacios los recursos naturales a través de técnicas diversas sean transformados, para producir bienes y servicios con posibilidades de explotación. Y como **sistema social**, porque involucra las poblaciones establecidas, demografía, acceso a servicios básicos, estructura organizativa, formas de organización, que necesariamente causan impactos sobre el ambiente. Así mismo como sistema cultural, porque incluye el conjunto de valores culturales, normas de conducta y creencias de las comunidades asentadas. (Figura 2).

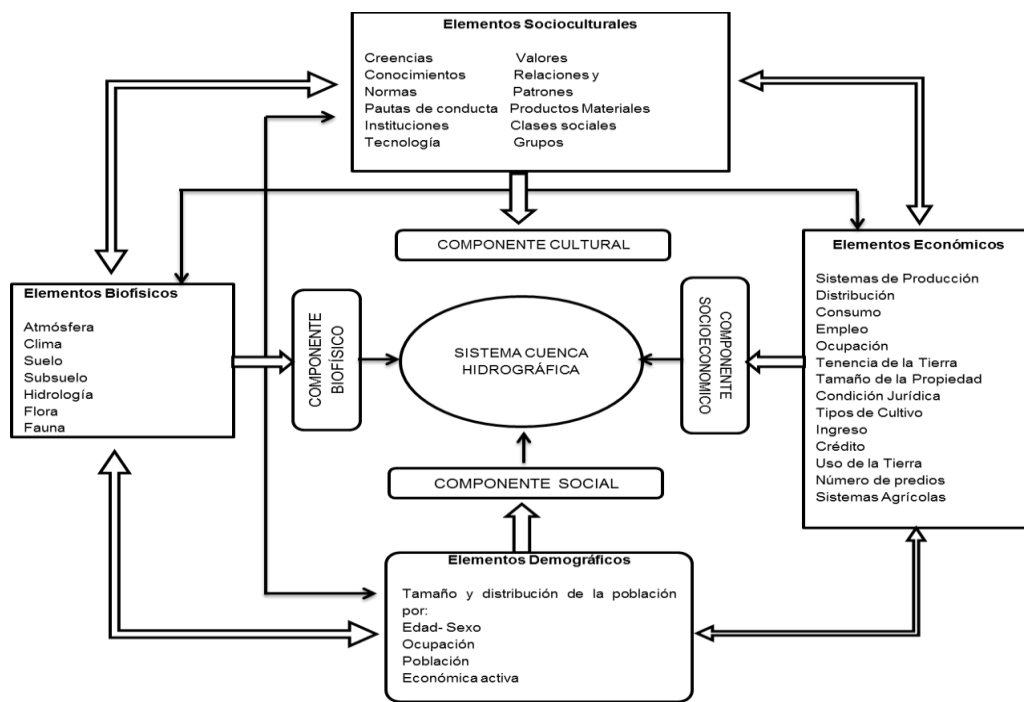


Figura 2. Componentes de una cuenca. Tomado de Carvajal (2014).

La Cuenca Hidrográfica como un complejo y dinámico sistema presenta diferentes subsistemas que se relacionan e interactúan, de manera, dinámica, interdependiente y que guardan una relación directa con las poblaciones asentadas a lo largo del sistema, generándose así una reciprocidad en cuanto a las modificaciones que sufre el medio natural y la estructura organizativa de las mismas comunidades a diferentes escalas de espacio y tiempo (Figura 3).

Los subsistemas que caracterizan una Cuenca Hidrográfica son:

- **Social:** Corresponde a elementos históricos, etnográficos, demográficos, políticos, normativos, organización y participación comunitaria, presencia institucional, educación, salud, servicios públicos, vivienda, uso y tenencia de la tierra, ingresos y nivel de empleo.
- **Económico:** Compuesto por todas las actividades económicas que realiza el ser humano en actividades agropecuarias, industriales, manejo de recursos naturales y obras de infraestructura (Vías, acueductos, asentamientos humanos, electrificación, ciudades).
- **Cultural:** Por ser un factor de alta incidencia, se connota como un sistema que implica, saberes, tradiciones, prácticas, pensamientos y arte que identifican a una población.
- **Ambiental:** Comprende por la flora y la fauna, la cobertura vegetal cultivada por el ser humano, la geología, relieve, geomorfología, suelo, clima y recursos hídricos (superficiales y subterráneos)

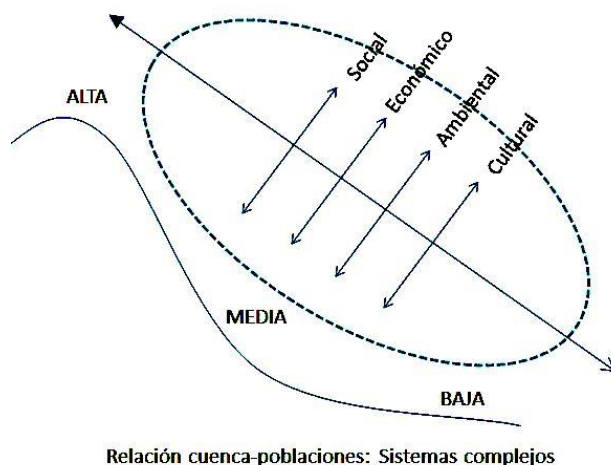


Figura 3. Subsistemas que interactúan en una cuenca hidrográfica.

De este modo, podremos inferir que las cuencas no son sistemas aislados, y que las poblaciones asentadas dentro de estos espacios son componentes integrales del mismo, donde el recurso hídrico es un elemento vital en la dinámica del ecosistema y, al mismo tiempo, en el desarrollo económico y social de las comunidades.

Además de este tipo de subdivisión y estructura jerárquica, es importante reconocer que el funcionamiento de una cuenca no es el mismo en toda su extensión, de ésta forma podríamos reconocer tres zonas fundamentales y con características peculiares (Figura 4):

1. **La zona de recarga o cuenca alta.** Son áreas aledañas a la divisoria de aguas. En esta zona la erosión es mayor, las pendientes más pronunciadas, formándose los primeros escurrimientos, una vez que los suelos han infiltrado toda el agua según su capacidad. Es una zona donde se generan los bienes y servicios de la cuenca (agua, oxígeno, madera, nutrientes, biodiversidad).
2. **La zona de transición o cuenca media.** Es una zona de transición entre la zona alta y baja, donde las poblaciones rurales hacen uso de los recursos y éstas actividades inciden en el caudal de los escurrimientos y en las concentraciones de materia orgánica, sedimentos y contaminantes que éstos transporten; es un área de transporte, erosión y depósito. Las pendientes son menos pronunciadas y el flujo del agua aumenta.

3. **La zona de descarga o cuenca baja.** En esta zona la pendiente es mínima, el depósito de sedimentos es lo más importante y flujo es el más alto ya que, confluyen todos los escurrimientos en un cauce principal y desembocan en el río o el mar. Además es una zona donde la población urbana demanda de los servicios y bienes; así mismo es un área muy productiva para el uso agrícola y donde se acumulan los impactos de toda la cuenca.



Figura 4. Zonas funcionales de la cuenca, tomado de CATIE (2016).

4.2 La cuenca como unidad de manejo de recursos Naturales

La cuenca, como unidad territorial, requiere métodos de análisis que permitan entender los procesos que se dan dentro de ella y que guardan una relación directa con las poblaciones que albergan, su manera de apropiarse del territorio y de los recursos naturales. Cuando nos referimos a recursos naturales, el manejo de Cuencas retoma sentido y, es cuando la cuenca puede considerarse de acuerdo a la definición de la CEPAL (1994), como la unidad natural de planeación más apropiada para impulsar el desarrollo sustentable en las distintas regiones del mundo, en tanto, se comprenda el territorio como un socioecosistema complejo, donde los usuarios desempeñan un rol con sus recursos

naturales, el funcionamiento integrado de los ecosistemas y los servicios ambientales que estos nos proveen.

En México, en el sexenio 2001-2006, la SEMARNAT planteó: “para lograr el manejo integral de los recursos naturales en el territorio se adoptará un enfoque integral de cuencas” (Cotler y Pineda, 2007). De esta manera, la cuenca como unidad geográfica constituye un ámbito biofísico y socioeconómico ideal para caracterizar, diagnosticar, planificar y evaluar el uso de los recursos, el ambiente y el impacto global de las prácticas de manejo (García *et al.*, 2005).

El manejo y la gestión integrada de cuencas incluyen procesos que en la actualidad se han asociado al concepto de desarrollo sustentable (Dourojeanni, 1991), ya que este enfoque plantea generar alternativas de manejo de áreas rurales y urbanas, su aprovechamiento y conservación, que permitan satisfacer las necesidades de las presentes generaciones, sin comprometer la posibilidad de satisfacción de las necesidades de las futuras generaciones, teniendo en cuenta aspectos económicos, ambientales, financieros, legales, políticos y organizacionales. El gran reto consiste en planear y crear sistemas de gestión capaces de fomentar y conciliar tres grandes objetivos: el crecimiento económico, la equidad socioeconómica y ambiental y la sustentabilidad (Dourojeani, 2000).

El manejo integral de cuencas constituye un esfuerzo que coordina y construye programas orientados a alcanzar objetivos comunes, es un proceso que involucra muchos factores, los cuales pueden variar en función del tamaño de la unidad de gestión, y la dimensión temporal en la que se contemple el proceso de acción para el manejo de los recursos naturales y “Además está íntimamente vinculado a las propuestas de descentralización y regionalización y sobre todo a los nuevos roles que le corresponden a los actores locales en relación a alcanzar metas de desarrollo sustentable” (CEPAL, 1994).

Los actores que habitan en la cuenca son el factor principal, ya que son ellos quienes definen las decisiones sobre el uso y manejo de los recursos, de la misma manera determinan la forma y el acceso a los mismos. Este contexto el manejo de cuenca conlleva una visión holística, inter y multidisciplinaria que fomente el desarrollo de capacidades locales que faciliten la participación real y plena de todos los actores en los procesos de

planificación, implementación, seguimiento, evaluación, concertación y toma de decisiones. Pero así mismo como coincide (Maass,2012) este proceso implica una construcción conjunta para diseñar la intervención, donde se requieren recursos, organización y el trabajo transversal de científicos con los tomadores de decisiones.

La autogestión comunitaria otorga a las comunidades rurales el poder tomar sus propias decisiones, diseñar sus iniciativas encaminadas a mejorar los niveles de vida a través de la asignación de sus recursos para lograr objetivos claros y concretos (Dourojeani, 2000).

De éste modo, El manejo integrado de cuencas es la gestión para manejar, aprovechar y conservar los recursos naturales en las cuencas hidrográficas en función de las necesidades humanas, buscando un balance entre equidad, sostenibilidad ecológica, social y económica y desarrollo sostenible (CATIE, 2004;Jiménez, 2005), donde la cuenca constituye un ámbito biofísico y socioeconómico ideal para caracterizar, diagnosticar, planificar y evaluar el uso de los recursos, el ambiente y el impacto global de las prácticas de manejo.

4.3 Sustentabilidad

Para hablar de sustentabilidad, obligatoriamente debemos remitirnos a la historia del movimiento ambientalista, que se desencadenó en los años 60, a partir de la publicación del libro de Rachel Carson, “Primavera silenciosa” en donde se defendían los derechos por un ambiente sano y limpio. De ésta manera podemos decir que inicialmente el concepto de sustentabilidad se desarrolló bajo un enfoque biológico-físico, como una respuesta ante la toma de conciencia de la finitud de los recursos naturales. Es así que desde el período de posguerra hasta los inicios de la década de los setenta la preocupación del mundo se centró en el crecimiento económico y la acumulación de capital físico, dejando a un lado la importancia de los recursos humanos, los sistemas naturales y por tanto de los bienes y servicios que nos proveen.

A partir de éste movimiento ambiental, se desarrolló en Suecia en 1972 la Conferencia de las Naciones sobre Medio Ambiente donde se desarrollaron temas como el bienestar, la

pobreza, la salud, los efectos negativos de procesos como el crecimiento industrial, demográfico y de urbanización, los cuales podían deteriorar "sin retorno" los recursos ambientales existentes (Nieves, 1998).

Lo más significativo de esta conferencia fue el hecho de que se sembraron las semillas de aquello que más tarde se reconocería como sustentabilidad (Calvente, 2007) y que empezó a incorporarse gradualmente al pensamiento y la planificación de los países con mayor preponderancia, en un primer momento, en los industrializados. Es así, que en 1980, la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, introdujo éste concepto, centrándolo en la protección y conservación de los recursos naturales. Tres años después, en 1983 con la creación de la Comisión Mundial de Ambiente y Desarrollo, se busca el punto de equilibrio entre los recursos naturales y las necesidades de la población, a partir de tres dimensiones: ambiental, económico y social.

En 1992 con la celebración de la cumbre de la tierra, organizada por las Naciones Unidas en Río de Janeiro y donde se habla del concepto de Desarrollo Sustentable y se acuerdan 27 principios relacionados con la Sustentabilidad que se materializa en un programa mundial conocido como Agenda 21. De esta manera, se puede decir que la sustentabilidad es un concepto que va de la mano con el concepto de desarrollo sustentable.

(Holling,2001) se refiere al desarrollo sustentable como un término que define una asociación lógica, donde sustentabilidad es la capacidad para crear, evaluar y mantener la capacidad adaptativa de los ecosistemas, y desarrollo es el proceso de ir creando, evaluando y manteniendo esa oportunidad.

Para Robert Ayres "la sustentabilidad se concibe como un proceso de cambio en el que la explotación de los recursos, la dirección de las inversiones, la orientación del desarrollo tecnológico y el cambio institucional está en armonía con y aumenta el potencial actual y futuro de los recursos naturales para satisfacer las necesidades y aspiraciones humanas" (Nieves, 1998). Todo ello con el objetivo de asegurar la satisfacción de las necesidades humanas esenciales, reducir las desigualdades entre individuos o naciones, promover la diversidad cultural, desarrollar tecnologías eficientes adaptadas a las

condiciones locales, que no generen riesgos para las generaciones presentes y futuras y que permitan generar estructuras productivas que propicien empleo y con todo esto lograr mejorar las condiciones de vida de los seres humanos.

Para (Calvente,2007) *“Sustentabilidad es la habilidad de lograr una prosperidad económica sostenida en el tiempo protegiendo al mismo tiempo los sistemas naturales del planeta y proveyendo una alta calidad de vida para las personas.”*

En la agricultura, la sustentabilidad es una medida sobre la habilidad que tiene un agroecosistema para mantener la producción a través del tiempo, en presencia de restricciones ecológicas y presiones socioeconómicas (Altieri, 1986). También se define como un modelo de organización social y económica basado en una visión equitativa y participativa del desarrollo, que es ecológicamente segura, económicamente viable, socialmente justa y culturalmente apropiada (Goodland *et al.*,1994). Esta definición sugiere *una relación diferente entre la economía, el ambiente y la sociedad.*

Según (Sarandón *et al.*,2006): *“Una Agricultura Sustentable es aquella que mantiene en el tiempo un flujo de bienes y servicios que satisfagan las necesidades alimenticias, socioeconómicas y culturales de la población, dentro de los límites biofísicos que establece el correcto funcionamiento de los sistemas naturales que lo soportan”*

Hoy en día existen muchas definiciones de sustentabilidad debido a las variadas disciplinas, percepciones y paradigmas de los diferentes autores. Siendo de ésta manera, un concepto complejo en sí mismo porque implica cumplir con atributos que le confieren características productivas, ecológicas, sociales, culturales, económicas y temporales.

4.3.1 Evaluaciones de sustentabilidad

Unos de los retos que enfrenta hoy la agricultura sustentable, se refiere al incipiente desarrollo de marcos e indicadores que permitan evaluar de manera tangible la sustentabilidad de los sistemas de manejo, es decir, integrar una serie de indicadores cualitativos y cuantitativos que permitan analizar los procesos ambientales y socioeconómicos de los proyectos productivos. En este sentido existen una serie de trabajos

donde se desarrollaron indicadores de sustentabilidad para la evaluación de los sistemas de manejo (Taylor *et al.*, 1993), sin embargo estos trabajos han sido tan específicos que su replicabilidad a otra escala ha sido su limitante. Otros trabajos se han enfocado en el desarrollo de índices de sustentabilidad, como el propuesto por (Harrington,1992), “Productividad total de factores” en el cual se le asigna un valor numérico a la información recopilada del sistema de manejo, convirtiéndose así en un análisis costo beneficio convencional.

En (1993) Taylor *et al.* proponen un índice de sustentabilidad por productor, el cual evalúa la capacidad de adaptabilidad de acciones sustentables entre campesinos con una misma problemática.

La Unión Mundial para la Naturaleza y el Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo, integraron elementos de cuatro métodos de evaluación en distintos estudios de casos para analizar el progreso hacia la sustentabilidad de los sistemas de manejos. En tanto el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura propone una metodología sistémica para la derivación de indicadores a partir de una extensiva revisión bibliográfica del concepto de sustentabilidad.

En 1994 la Organización de las naciones unidas para la alimentación (FAO) desarrolló el “Marco de evaluación de manejo sustentable de la tierra” conocido como FESLM, que ha sido de gran utilidad para el marco de otras metodologías de evaluación, sin embargo a pesar de proponer una estrategia de análisis de los aspectos sociales y económicos del sistema de manejo, sesga el componente ambiental, de ésta manera no es posible un análisis integral del sistema de manejo. Para el desarrollo de ésta metodología se hacen necesarios 5 pasos, en donde en el primer y segundo nivel se caracteriza y define el sistema a evaluar, así como la escala espacio temporal y prácticas de manejo involucradas. En los restantes niveles se identifican los factores que afectan la sustentabilidad del sistema, así como los criterios para su análisis y se definen los indicadores y sus respectivos intervalos de evaluación (FAO, 1994).

En 1997, surge una propuesta de evaluación alternativa como una adaptación del marco FESLM, donde se integran las dimensión social, ambiental y económica, con una perspectiva sistémica, que busca mejorar las debilidades de las anteriores metodologías y

que permite hacer operativo el concepto de sustentabilidad, con miras a un desarrollo ambientalmente más sano y socioeconómicamente más equitativo para las comunidades.

Las evaluaciones de sustentabilidad emergieron como una de las herramientas más útiles para hacer operativo el concepto de desarrollo sostenible. Aunque no todas las evaluaciones contemplan los mismos principios, es importante tener claro cuáles son los objetivos que se persiguen para idear o basarse en la que mejor se adapte tanto a las circunstancias que se precisen como a la definición de desarrollo sostenible que se considere oportuna. Hoy en día existe una evidente necesidad de idear un modelo basado en una relación equilibrada entre la sociedad y la naturaleza por ello consideramos que la evaluación ha de ser un proceso adaptativo, de continuo aprendizaje y experimentación, un ciclo de evaluación-acción-evaluación.

A grandes rasgos, encontramos tres grandes grupos de evaluaciones de sustentabilidad Tabla 1:

- 1) Los que diseñan una lista bastante amplia de indicadores ambientales, económicos y sociales, sin que estos se integren.
- 2) Los que proponen índices agregados de sustentabilidad y ofrecen como resultado un único valor, y
- 3) Los que proponen marcos metodológicos más flexibles ya que parten de supuestos muy generales para luego ir adaptándose al contexto específico (Maserá et al., 2008).

En la Tabla 1 aparecen las características generales de un conjunto de marcos de evaluación.

Tabla 1. Comparación de distintos marcos de sustentabilidad

Marco	Enfoque	áreas de evaluación	Escala	Integración de indicadores	Experiencia en casos de estudios
FESLM	Sistémico	Ambiental Económico	Espacial	No	Alta
Presión Estado-Respuesta	Sistémico	Ambiental	Institucional	Índice agregado	Alta
AMESH	Sistémico	Ambiental social y económica	Institucional	Modelos	Baja
Manejo de Resiliencia	Sistémico	Ambiental Económico Social	Institucional	Modelos	Baja
CIFOR	Objetivos	Ambiental económico	Espacial	No	Alta
IICA	Sistémico	Ambiental económico	Institucional	No	Baja
SEAN	sistémico	Ambiental económico	Espacial	No	Baja
MESMIS	Sistémico	Ambiental económico social	Multiescalar	Modelos y Gráficas	Alta

Fuente: Arnés,(2011).

4.3.2 Marco para la evaluación de sistemas de manejo de recursos naturales incorporando indicadores de sustentabilidad. (MESMIS)

El marco para la evaluación de sistemas de manejo de recursos naturales incorporando indicadores de sustentabilidad (MESMIS) fue desarrollado por un equipo multiinstitucional dirigido por el Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada (GIRA), una organización no gubernamental mexicana (ONG). Es una herramienta metodológica, que permite diagnosticar el agroecosistema con un enfoque cíclico, participativo, holístico e interdisciplinario, que permite:

- Comparar la sustentabilidad de los sistemas de manejos convencionales y alternativos.
- Evaluar la sustentabilidad de un sistema de manejo, a partir del contexto de los productores hasta la comunidad.
- Entender de manera holística los factores limitantes y favorecedores para la sustentabilidad de los sistemas de manejo a partir de la interacción de procesos sociales, ambientales y económicos.
- Diseñar estrategias que tiendan a mejorar las características socioambientales de los sistemas de manejo.

El marco MESMIS parte de las siguientes premisas (Astier *et al.*, 2000; Masera *et al.*, 2000):

- ◆ Propone siete atributos básicos para definir el concepto de sustentabilidad: productividad, estabilidad, resiliencia, confiabilidad, adaptabilidad o flexibilidad, equidad y autodependencia o autogestión
- ◆ La evaluación es una actividad participativa que requiere una perspectiva interdisciplinaria y es válida únicamente en sistemas de manejo específicos, en una escala espacial determinada (parcela, unidad de producción o cuenca) y en una escala temporal también previamente determinada.
- ◆ La sustentabilidad solo puede evaluarse a través de dos vías: a) comparar la evolución de un mismo sistema a través del tiempo (comparación longitudinal) o b) comparar simultáneamente uno o más sistemas de manejo alternativo con un sistema de referencia (comparación transversal).
- ◆ La evaluación de sustentabilidad es un proceso cíclico, cuyo objetivo principal es fortalecer tanto a los sistemas de manejo como a la metodología utilizada.

De esta manera, busca comprender de manera integral las limitantes y posibilidades para la sustentabilidad de los sistemas de manejo, que surgen de la intersección de procesos ambientales con factores sociales y económicos. Por lo que enfatiza la necesidad de una visión interdisciplinaria y dinámica (Astier *et al.*, 2000).

Las peculiaridades fundamentales de esta herramienta son (Astier, 2007):

- ✓ Relativista: porque establece los límites del sistema a estudiar y los tiempos para su evaluación, especificando los actores y sus objetivos particulares.
- ✓ Constructivista: puesto que adapta el método al objeto de estudio y a los involucrados.
- ✓ Multicriterio: ya que incorpora criterios ambientales, sociales y económicos.
- ✓ Sistémico: Posee un integrador, ya que entiende el sistema agrícola como un conjunto de subsistemas que se interrelacionan y actúan como una unidad de producción.
- ✓ Participativo: Involucra la participación real de los agentes implicados.

- ✓ Multidisciplinar: Aporte de profesionales de diferentes áreas para poder evaluar las múltiples dimensiones involucradas.

4.4 Sistema de manejo Sustentable

Los agroecosistemas son sistemas muy complejos donde el ser humano ha ejercido una intencionada selectividad sobre la composición de los organismos vivos, donde interactúan componentes biológicos que han sido distribuidos en el tiempo y el espacio, con componentes socioculturales, cuyo fin es la producción de alimentos, materias primas, y servicios ambientales, manteniendo la base de los recursos y contribuyendo al bienestar de la sociedad en el tiempo.

Son concebidos como ecosistemas intervenidos por el hombre a partir de sus saberes, valores, creencias y conocimientos, dentro de un contexto socioeconómico y político determinado para la producción de bienes y servicios que representan una utilidad económica o de subsistencia. (Hart,1985 a y b) define al agroecosistema como un ecosistema que cuenta, por lo menos, con una población de utilidad agrícola. En tanto (Odum,1984), los define como un tipo especial de ecosistema, intermedios entre los ecosistemas naturales y los ecosistemas urbanos como las ciudades, totalmente construidos por el ser humano.

Según (Maserá et al., 1999) los agroecosistemas sustentables son aquellos que permiten conseguir un alto nivel de productividad mediante el uso eficiente y sinérgico de los recursos naturales y económicos, proporcionan una producción estable y resiliente a perturbaciones en el tiempo, asegurando el acceso y disponibilidad de los recursos productivos, brindan flexibilidad para amoldarse a nuevas condiciones del entorno socioeconómico y biofísico, por medio de procesos de innovación y aprendizaje, distribuyen equitativamente los costos y beneficios del sistema entre el grupo involucrado, asegurando el acceso económico y la aceptación cultural de los sistemas propuestos, y presentan un nivel de autogestión, para responder a los cambios generados por factores externos manteniendo su identidad y sus valores.

4.5 Atributos o propiedades de los agroecosistemas

Para que un agroecosistema sea evaluado de manera consistente es relevante que los atributos, reflejen aspectos sistémicos del sistema que permitan derivar indicadores de sustentabilidad durante el proceso de evaluación. MESMIS propone siete atributos básicos de sustentabilidad, teniendo en cuenta otros marcos metodológicos, como son:

La **productividad**: Es uno de los atributos más importantes desde el punto de vista agronómico. Se refiere a la capacidad de producción de biomasa total por unidad de superficie en un período determinado de tiempo.

La **estabilidad**: se refiere a la capacidad del sistema de mantener beneficios a lo largo del tiempo, ya sea bajo condiciones promedios o normales.

La **resiliencia**, que es la capacidad del sistema de recuperar su estado de equilibrio luego de sufrir algún disturbio. La capacidad de resiliencia de los Agroecosistemas ha adquirido fundamental importancia en los últimos años debido a la conciencia del cambio y variación climática y a la vulnerabilidad que esto implica para muchos agroecosistemas (Nicholls y Altieri, 2013).

Confiabilidad: Se refiere a la propiedad del sistema de mantener su productividad ante perturbaciones normales.

Adaptabilidad: Es la capacidad del sistema desde el punto de vista tecnológico, social para mantener los beneficios ante largos períodos de perturbaciones.

Equidad: Es la capacidad del sistema de distribuir justamente los costos y beneficios generados por el manejo de los recursos naturales.

Según (Sarandón,2002a) para un manejo sustentable de los agroecosistemas se debe tener en cuenta:

- ✓ Una producción eficiente y rentable a largo plazo (considerando el costo ecológico) que promueva la conservación de suelos, agua, energía y recursos biológicos (como la biodiversidad).
- ✓ Una disminución del riesgo debido a fluctuaciones ambientales (bióticas y abióticas) o de mercado. Lograr una mayor estabilidad y resiliencia en el tiempo.
- ✓ Un uso o degradación de los recursos naturales renovables a un ritmo menor o igual a su tasa de reposición.
- ✓ Un uso o explotación de los recursos no renovables a un ritmo menor o igual al de la tasa de desarrollo de tecnologías alternativas.
- ✓ Una emisión de residuos similares o menor a la capacidad de asimilación del ambiente.
- ✓ Un aumento en la biodiversidad funcional de los sistemas productivos.
- ✓ Una menor dependencia del uso de insumos externos (combustibles fósiles, plaguicidas, fertilizantes sintéticos, etc.)
- ✓ Un uso más eficiente de la energía (principalmente fósil).
- ✓ Un mayor aprovechamiento de procesos naturales en la producción agrícola (reciclaje de materia orgánica y nutriente, fijación de nitrógeno, alelopatía y relación predador-presa).
- ✓ Una eliminación o disminución del daño al ambiente, a otras especies, y/o a la salud de agricultores y consumidores.
- ✓ Un ajuste de los sistemas de cultivo a la productividad potencial y a las limitantes físicas, económicas y socioculturales de los agroecosistemas.
- ✓ Un desarrollo de tecnologías que sean cultural y socialmente aceptables.

El manejo y usos de los recursos naturales, constituyen atributos básicos a tener en cuenta en la sustentabilidad de los sistemas agropecuarios. Para evaluar la sustentabilidad de los agroecosistemas, existen diversos métodos que se han utilizado hasta el momento; sin embargo, hoy en día, el método MESMIS, propuesto por (Masera et al.,1999) es el que ha experimentado mayor difusión, y actualmente se está usando en distintos países de América Latina y Europa con muy buenos resultados.

Para que un agroecosistema sea considerado sustentable debe cumplir con ciertos atributos que le confieren ésta característica que según (López-Ridaura et al.,2005); (Rao y Rogers,2006) y (Astier et al.,2008) son:

1. Alto nivel de productividad, lo cual hace referencia a un uso eficiente y sinérgico de los recursos económicos y naturales.
2. Estabilidad, resiliencia, confiabilidad, se refiere a la presencia y efectividad de los procesos que permiten mantener un estado de equilibrio dinámico a un nivel constante de productividad bajo condiciones normales o de stress.
3. Adaptabilidad, esto incluye la capacidad de generar nuevas estrategias tecnológicas, de organización social, de formación de recursos humanos, para hacer frente a las cambiantes condiciones socio-ambientales.
4. Equidad, hace referencia a la distribución justa de los costos y beneficios de los recursos entre los diferentes usuarios.
5. Autodependencia, implica la suficiente independencia y autosuficiencia para mantener su rendimiento a pesar de la aparición de los cambios externos.

Para alcanzar esta sustentabilidad a largo plazo (Altieri,1987) sugiere, se debe promover:

- ✓ El uso de métodos de producción que restablezcan los mecanismos homeostáticos conducentes a la estabilidad de la comunidad, que optimicen las tasas de reciclaje de materia orgánica y nutrientes, que utilicen al máximo la capacidad de usos múltiples del sistema y que fortalezcan un flujo eficiente de energía.
- ✓ El usos de energía y recursos
- ✓ La producción local de alimentos adaptados al entorno socioeconómico y natural.
- ✓ La reducción de costos y aumento de la eficiencia y de la viabilidad económica de los pequeños productores, fomentando así un sistema agrícola potencialmente robusto y diverso.

Para garantizar un incremento en la sustentabilidad de un sistema de manejo es indispensable desde el enfoque ambiental la optimización de algunos procesos ecológicos

que se dan durante el desarrollo de éste, como es el que haya un suministro continuo de materia orgánica y fomento de la actividad biológica del suelo, lo cual facilita el flujo, conservación e inmovilización de los nutrientes. Así mismo es importante desarrollar prácticas que protejan la cubierta vegetal y por consiguiente disminuyan el proceso erosivo, reduciendo así el deterioro de las características del suelo.

Por otro lado se debe incrementar la diversidad funcional y estructural, lo cual contribuye de manera positiva en la eficiencia del reciclaje de nutrientes y estabilidad frente al ataque de plagas y enfermedades, esto implica el uso de variedades autóctonas adaptadas a las condiciones locales y que respondan a un uso mínimo de insumos externos.

Desde el punto de vista socioeconómico es indispensable eficientar los procesos productivos aprovechando los sinergismos entre las diferentes actividades productivas, fortalecer los mecanismos de participación efectiva de los involucrados, impulsando la solidaridad y cooperación local. Desarrollar programas de capacitación que fomenten la pluralidad cultural y potencialicen las capacidades y habilidades locales.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

En este apartado se describen las características de la zona de estudio y la metodología implementada para el desarrollo de la investigación (desde la toma de datos, desarrollo de entrevista hasta el análisis de resultados).

5.1 Descripción de la zona de estudio

La microcuenca Buenavista forma parte de la Región Hidrológica N° 12 que corresponde a la cuenca del río Lerma-Santiago. Se encuentra entre los 20° 54'28.54" LN y 100°33'00" LO. Se extiende en un área de 131.4908 km² dentro del estado de Querétaro, con una pequeña superficie de 0.6126 km² en territorio del Estado de Guanajuato (PRPC, 2010) (Figura 5 Ubicación de la microcuenca Buenavista, basado en INEGI (2010)).

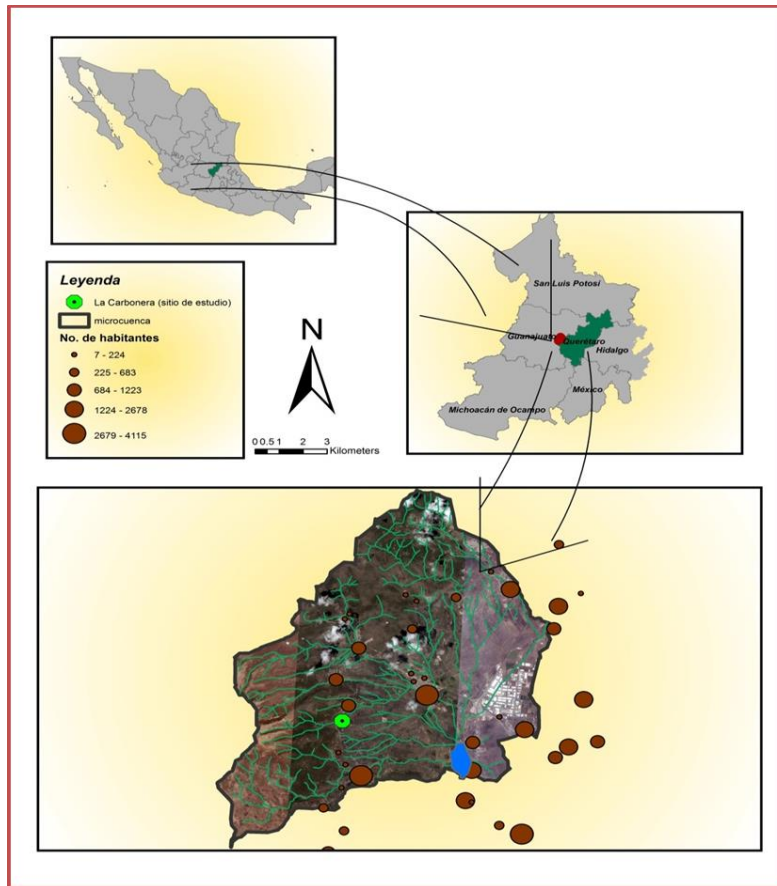


Figura 5 Ubicación de la microcuenca Buenavista, basado en INEGI (2010).

Según la metodología de Köppen para la clasificación de los climas la microcuenca Buenavista presenta un clima templado seco con lluvias en verano Bs1 Kw (w), con un promedio anual de lluvia de 549 mm, y temperatura media anual es de 18.51, presentando heladas con frecuencia de 20 a 40 días anuales y granizadas de 2 a 4 días anuales (PRPC Buenavista, 2010).

Dentro de la microcuenca existen 19 bordos parcelarios con uso para abrevadero del ganado, con una capacidad de almacenamiento de 369,024 m³. En la actualidad estas obras se encuentran con diferentes niveles de agua, así mismo, presentan problemas de azolve por partículas de sólidos arrastrados por las aguas que escurren de la parte alta de la microcuenca.

La microcuenca se encuentra ubicada en el acuífero del Valle de Buenavista, donde se localizan 17 pozos con un volumen de extracción total de agua de 19, 803,603 metros cúbicos por año distribuidos de la siguiente manera (Tabla 2):

Tabla 2. Distribución de pozos subterráneos

Número de pozos	Uso	Volumen de extracción en m ³
1	Agrícola	3, 649,335
1	Pecuario	3, 649,335
1	Industrial	450,000
4	público urbano	15, 672,268

De acuerdo con (SAGARPA, 2010) siguiendo la clasificación de la FAO, los principales suelos que se tienen en la microcuenca Buenavista son (Figura 6):

Suelos Litosoles: Identificados en la parte alta y montañosa de la microcuenca, representan una superficie de 1,535.2 hectáreas (12%) de la microcuenca. Estos suelos son poco profundos de textura arcillosa o migajón arcillo-arenosa, con un contenido de materia orgánica de moderada a pobre y son susceptibles de ser erosionados.

Suelos Phaeozem: Ubicados en la parte noroeste, con una superficie de 5,132.16 hectáreas representando el (40.01%) de la superficie de la microcuenca. Suelos con una coloración variable del pardo grisáceo o gris oscuro con abundante materia orgánica y nutriente, pH de ligeramente alcalino a ligeramente ácido, con textura de migajón arenoso y arcilloso.

Suelos Vertisol Pélico: Se ubican hacia la parte baja de la microcuenca ocupando 6,158.50 hectáreas, que corresponde al (48.01%) de la superficie. Estos suelos son de colores gris oscuro o pardos, muy arcillosos y pesados. Presentan un pH de ligera a moderadamente alcalinos, y tienen una capacidad de intercambio catiónico de alta a muy alta, presentando altos contenidos de calcio, magnesio, y bajo a moderado de potasio. Dicha características les proporcionan una alta fertilidad, sin embargo su aprovechamiento en las actividades agropecuarias se ve limitado por el alto contenido de arcillas expandibles, que presenta un drenaje lento y como consecuencia son susceptibles de encharcamiento en la temporada de lluvias; mientras que en la época seca del año se agrietan y endurecen dificultando su manejo y labranza.

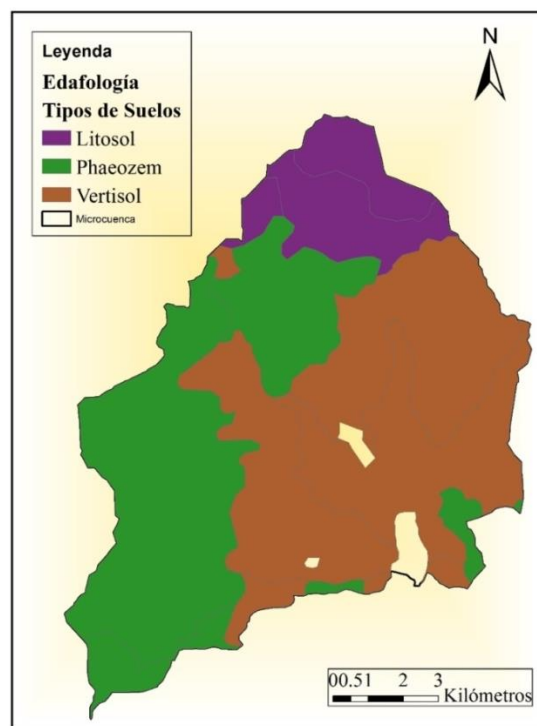


Figura 6. Tipos de suelo en la microcuenca Buenavista, basado en INEGI (2010).

El uso actual del suelo nos da una idea sobre cómo se distribuyen y explotan los recursos naturales. De esta manera se puede decir que el mayor uso que se le da es a la producción agrícola, ya que se dedican 4,883 ha de la microcuenca, de las cuales 4,275 ha corresponden a tierras de temporal y 608 hectáreas de riego (Tabla 3).

Tabla 3. Uso del suelo con base en PRPC (2010)

Uso del suelo	Superficie (Ha)	%
Agricultura de Riego	608	4.62
Agricultura de temporal	4,275	32.51
Bosque de encino	471	3.58
Chaparral	1,098	8.35
Chaparral Perturbado	259	1.97
Matorral Crasicaule	67	0.51
Matorral Crasicaule perturbado	2,344	17.83
Matorral Espinoso	65	0.49
Matorral Espinoso Perturbado	103	0.78
Matorral inerme	251	1.91
Matorral Inerme Perturbado	1,025	7.8
Matorral subinerme	1,130	8.59
Matorral Subinerme Perturbado	448	3.41
Pastizal Inducido	645	4.91
Zona Urbana	360	2.74
Total microcuenca	13,149	100

La vegetación en la microcuenca Buenavista se caracteriza por una gama de estratos, clasificándose en siete tipos que a continuación se describen cada una de ellas (PRPC, 2010):

Bosque de Encino

Este tipo de vegetación se encuentra hacia la parte alta oeste de la microcuenca por encima de los 2200 msnm, en pequeños remanentes. Representado principalmente por especies *Quercus castanea*, *Q. mexicana*, *Q. crasiifolia* y *Q. eduardii*, con una altura de 6 a 8 m asociados a pastizales y con matorrales xerófilo como *Dasyllirion acrotriche* (manita), *Loeselia mexicana*, *Forestiera phyllirreoides* (acibuche), *Ptelea trifoliata* (palo hediondo), *Buddleja cordata* (tepozán), *Xylosma flexuosum*, *Euoatorium areolare*, *Tecoma stans* (tronadora), y *Dalea lutea*.

Chaparral

Esta vegetación se presenta hacia la parte norte y oeste cercanas a los 3,000 m.s.n.m con una superficie de 1,098 hectáreas, representando el 8.35% de la superficie de la microcuenca. Representada por especies de encinos arbustivos con una altura entre 1 y 5 m como: *Quercus depressipes*, *Q. Eduardo*, *Q. grises* y *Q. potosina*, *Arctostaphylos pungens* y *Litsea* sp. (laurel) asociadas a especies *Amelanchier denticulada*, *Hesperozygis marifolia* y *Philadelphus affinis* entre otras.

Chaparral perturbado

Está representada por arbustos muy dispersos, donde predomina la especie *Arctostaphylos pungens* (pingüica), y encinares que presentan pequeños manchones de *Dodonaea viscosa* y especies de la familia Asteraceae que llegan a medir hasta 1 m o algunos elementos espinosos como *Condalia mexicana* o *C. velutina* que son considerados indicadores de alteraciones. Ocupan 259 hectáreas que representan el 1.97 % de la superficie total hacia la parte norte y oeste de la microcuenca.

Estas especies son utilizadas para obtención de leña, y al mismo tiempo para la alimentación del ganado.

Matorral Crasicaule

En la microcuenca se encuentra en la parte norte con 67 hectáreas, representando el 0.51 de la superficie de la microcuenca. Representadas por árboles y arbustos de 2 a 4 m, donde cerca del 70% de las especies pertenecen a la familia Cactaceae entre las que predominan *Opuntia hyptiacantha* (nopal hartón), *O. streptacantha* (cardón), *Myrtillocactus geometrizans* (garambullo), algunos elementos leñosos como *Acacia schaffneri*, *A. famesiana* (huizaches), *Ipomoea murucoides* (palo bobo), *Karwinskia humboldtiana* (tullidota), *Condalia mexicana* y *C. velutina* (granjeno). En el estrato arbustivo se encuentran plantas de menor tamaño como *Opuntia imbricata* (xonocostle) y *O. leptocaulis* (tasajillo), *Ferocactus latispinus* (matacurú), *Agave salmiana* (maguey) y *Mammillaria magnimamma* (biznaga de chilitos).

Matorral Crasicaule Perturbado

Estas son comunidades, en las que las plantas miden de 1-3 m, ocupan una superficie de 2,344 hectáreas representando el 17.83 % y se extiende hacia la parte norte y sur de la microcuenca

Representadas por un mayor número de especies arbustivas, generalmente de *Acacia spp* (huizaches), matorral bajo espinoso con *Opuntia spp* (nopales) o en casos de mayor alteración aparece *Dodonaea viscosa* (ocotillo) como dominante, dando la apariencia superficial de un matorral submontano. Así mismo presenta elementos herbáceos como *Asclepias linaria* (veitiumilla), *Croton ciliato-galdulifer* (solimán), *Jatropha dioica* (sangregado), *Zaluzania augusta* (tronadora) y varias especies de pastos.

Matorral Espinoso

Esta comunidad se extiende en 65 hectáreas, representando el 0.49 % de la superficie total, en la parte noroeste de la microcuenca. Las especies principales que lo conforman son *Prosopis laevigata* (mezquite) y en menor proporción y *A. schaffneri*,

Acacia farnesiana (huizache), *Celtis pallida*, *Condalita velutina* y *C. mexicana* (granjenos), así como *Mimosa biuncifera* (uña de gato).

Matorral Espinoso Perturbado

En la microcuenca están prácticamente reducidos a comunidades relictuales alteradas, ya que ocupan los mejores suelos para las actividades agrícolas y su madera es altamente apreciada, representando el 0.78% de la superficie de la microcuenca con 103 hectáreas, hacia la parte norte de la microcuenca.

Como especies no espinosas y en mucho menor abundancia, se destacan *Dodonaea viscosa* (ocotillo) y *Karwinskia humboldtiana* (tullidota), que son indicadoras de disturbio. En tanto a especies herbáceas está *Jatropha dioica* (sangregado).

Matorral Inerme y Subinerme

Esta vegetación se distribuye a la parte oeste de la microcuenca con una superficie de 1,276 hectáreas (9.71%) de matorral inerme, representado por: *Neopringlea integrifolia* (palo varilla), *Opuntia* sp., *Dasyllirion* sp, *Acacia* sp, *Croton* sp, *Ayenia rotundifolia* (escobilla), *Bursera schlechtendalii*, *Morkillia mexicana* (manto de coyote), entre otras y 1,578 hectáreas (12 %) de matorral subinerme, representado por las especie: *Celtis pallida* y *Condalia mexicana* (granjenos), *Acacia berlandieri* (guajillo), *A. micrantha* (mezquitillo) y *Myrtillocactus geometrizans* (garambullo).

Esta comunidad se establece sobre suelos someros y pedregosos en laderas con pendiente media, en altitudes de 2,000 a 2,200 m bajo la influencia de clima semiseco.

Pastizal inducido

En la microcuenca ésta vegetación representa el 4.91% con 645 hectáreas y se encuentran distribuidas en las parte alta de la microcuenca en la parte norte, sur, este y oeste. Los pastizales inducidos se reconocen por la presencia de elementos que alguna vez fueron dominantes en las comunidades vegetales originales (matorrales crasicuales, espinosos, micrófilos, submontanos, bosques de encino, de pino, y tropicales caducifolio), y por la presencia de algunas especies de pastos introducidos o de amplia distribución

(*Cynodon dactylon*, *Rhynchelytrum repens*, *Setaria grisebachii*). Estos pastizales han sido inducidos por los diferentes cambios en el uso del suelo, por abandono de áreas de cultivo o para pastoreo.

Para la microcuenca se reporta un total de 103 especies pertenecientes a 52 familias, de las cuales 28 corresponden a la clase aves representadas en 68 especies, 12 a la clase mamífera representada con 16 especies, 6 a la clase reptilia con 12 especies, 3 a la clase anfibia con 3 especies y 3 a la clase peces con 4 especies dos de las cuales son nativas. Algunas especies tienen un aprovechamiento potencial mediante Unidades de manejo ambiental sustentable (UMAS), otras son así mismo aprovechadas como alimento, medicina y turismo.

Está conformada por 14 localidades con una población total de 17,906 habitantes (136.17hab/km²), de los cuales 8,697 son hombres que representa el 49% y 9,209 son mujeres que representa el 51 %. El grado promedio de escolaridad en las localidades de la microcuenca es de 5.4 años en promedio, con una población analfabeta de 1823 habitantes.

Según el Plan Rector de Producción y Conservación de microcuenca (PRPC 2010), en la microcuenca 6646 habitantes representan la población económicamente inactiva, representando el 53.73% de la población. En tanto que 5723 habitantes (46.27 %) representan la población económicamente activa. De ésta población 511 habitantes se dedican al sector agropecuario (11%), 3101 personas se desempeñan en el sector secundario, desarrollando actividades de construcción (60%) y 1489 habitantes representando el 29% de la población se desenvuelven en actividades de comercio y servicio.

La agricultura se basa en el maíz (*Zea mays*), cultivo de mayor importancia, alternado con: *Phaseolus* sp (frijol) y *Cucurbita* sp (calabaza) a lo cual se le conoce como sistema milpa. Éste sistema productivo hasta hace unos diez años fue la base económica de la región, sin embargo hoy en día, según percepciones de los pobladores de la microcuenca debido a problemas de erosión, mal manejo del suelo, pérdida de la fertilidad, cambio de uso del suelo la producción ha bajado considerablemente y los rendimientos no alcanzan ni para abastecer el autoconsumo. Los rendimientos van de 0.8 a 3 toneladas por hectárea en temporal y de 3 a 6 toneladas por hectárea en riego. Así mismo se cultiva frijol

para autoconsumo, del cual se obtienen rendimientos que van de 100 hasta 600 kilogramos dependiendo de las condiciones del temporal. En la parte baja de la microcuenca se cultiva la alfalfa, el cual es utilizado para la alimentación del ganado, ya sea de carne o lechero.

En cuanto a las actividades ganaderas las familias explotan especies pecuarias como bovinos, caprinos, y ovinos las cuales venden para subsanar necesidades económicas.

Dentro de la microcuenca también existe un grupo organizado de mujeres, que ha venido desarrollando actividades de producción orgánica como una alternativa económica que les permite alcanzar una mejor calidad de vida de la comunidad y al mismo tiempo como una estrategia de arraigo social y hacer un alto al avance de la presión urbana.

5.2 Toma de datos

Para desarrollar la presente investigación sobre evaluación se utilizó la metodología propuesta en el Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejos Incorporando Indicadores de Sustentabilidad (Figura 7), en un período de un año en la localidad la Carbonera, perteneciente a la microcuenca Buena Vista.

La metodología se desarrolló en dos agroecosistemas familiares que desarrollan los dos tipos producción rural que se destacan dentro de la microcuenca: Sistema de producción diversificado y sistema de producción convencional.

Las herramientas utilizadas para recabar la información fueron entrevista semiestructuradas con base en los criterios de (Taylor y Bogdan,1994) e información bibliográfica. Se realizaron 18 entrevistas desde el 20 de agosto de 2015 hasta el 8 de marzo del 2016. Se puede ver el formato de las entrevistas realizada en el anexo I.

1. Determinar el objeto de evaluación: Para llevar a cabo este punto se hizo una identificación y caracterización del sistema productivo tradicional diversificado con plantas aromáticas medicinales y el sistema de producción convencional. Se desarrollaron visitas, recorridos en campo y entrevistas grupales a los productores de ambos sistemas de producción de la comunidad, que permitieron identificar los diferentes componentes biofísicos de los sistemas, el contexto socio ambiental en el que se desarrollan las actividades, los insumos implementados para cada ciclo de producción y las implicaciones económicas que generan. Posteriormente se desarrollaron entrevistas individuales, que permitieron caracterizar el grupo de mujeres,

y con esto conocer a mayor detalle las actividades desarrollada por cada integrante del grupo, sus características socioeconómicas y tipo de organización.

Las entrevistas se desarrollaron en las parcelas y domicilios de los productores de la localidad la Carbonera.

2. Identificación de puntos críticos A partir de un taller realizado con los productores, donde se explicaron algunos conceptos relacionados con los atributos de los agroecosistemas sustentables, se desarrollaron una serie de preguntas a los productores de ambos sistemas de producción (diversificado y convencional), a través de las cuales se identificaron aspectos que favorecen o limitan el desarrollo del sistema en el tiempo, y por tanto afectan su sustentabilidad. A éstos aspectos se les conocen como puntos críticos y permitieron describir o analizar los atributos de sustentabilidad de los agroecosistemas.

3. Selección de indicadores. En ésta fase se determinaron aquellos aspectos que ayudaron a describir o analizar los atributos de sustentabilidad (Criterios diagnósticos). Una vez establecidos los criterios diagnósticos, se hizo una lista de indicadores para cada criterio, que finalmente se utilizó en el proceso de evaluación. Para fines operativos de la evaluación, se seleccionaron aquellos criterios diagnósticos cuyos indicadores cumplieran las siguientes características propuestas por (Torquebiau, 1989; Bakkes *et al.*, 1994; Dumanski, 1994): Integradores, medibles, robustos, confiables, sencillos y claros.

Los indicadores que se tomaron en cuenta para la presente evaluación se describen a continuación:

Ingresos Netos: diferencia entre el ingreso bruto (IB) y los Costos totales de Producción (CTP).

Rendimiento: Se tomó en cuenta la producción de los cultivos por unidad de superficie, expresados en kg/ha/año. Este indicador se calcula a partir de la superficie de maíz cultivado. Los valores se consiguieron a través de las entrevistas y se estimó la producción promedio de maíz por hectárea sembrada al año.

Tasa Costo/Beneficio: La relación del ingreso total anual de la producción agropecuaria y el costo de los insumos necesarios para mantener tal producción. $C/B = IB/CTP$

Evolución del número de productores: Número de personas que se han integrado al sistema de producción.

Capacitación de los integrantes: Frecuencia en que reciben capacitación los campesinos de cada sistema de producción.

Asimilación de innovaciones: Porcentaje de apropiación y puesta en práctica de conocimiento adquiridos en las capacitaciones recibidas por los productores.

Índice de diversidad: Número de cultivos manejados en los sistemas de producción.

Incidencia de plagas: Porcentaje de daños por plaga, según el criterio de los productores.

Calidad del suelo: Se tomó una muestra compuesta, integrada por 9 submuestras, tomadas en los primeros 30 cm del suelo. Con estas muestras se determinó en laboratorio, el contenido total de nitrógeno (microkjedahl), P (Olsen) y materia orgánica (Tiessen y Moir, 1993).

Uso de pesticidas y Fertilizantes químicos: Se evaluó a partir de los datos suministrados por los productores sobre la cantidad de insumos químicos aplicado por hectárea en sus parcelas.

Participación en la toma de decisiones: Número de integrantes (Porcentaje) que generalmente participan en la toma de decisiones.

Dependencia de insumos externos: Porcentaje de insumos externos utilizados para el desarrollo de las actividades productivas.

Equidad de costos e ingresos: Porcentaje de la proporcionalidad de los costos y beneficios derivados de la participación de los productores en el desarrollo de las actividades agropecuarias.

4. Medición y monitoreo de indicadores

Una vez seleccionados los indicadores, se desarrollaron los siguientes métodos para su medición y análisis:

Para indicadores ambientales se hizo revisión bibliográfica sobre las características ambientales locales, mediciones directas para análisis del suelo, diversidad de especies manejadas, presencia de plagas y maleza.

En cuanto a los indicadores sociales y económicos se desarrollarán talleres, entrevistas abiertas y semiestructuradas a los productores. Luego los valores resultantes se estandarizaron según la siguiente ecuación (Dayaleth et al.,2008):

$$ND = \frac{(V - Vmin)}{(Vmax - Vmin)} * 100$$

Donde:

ND: Nivel de desempeño del indicador

V: Valor medido del indicador

Vmax: Valor máximo del indicador

Vmin: Valor mínimo del indicador.

Los valores mínimos y máximos se construyeron, a partir de la opinión de los productores, y la experiencia profesional de expertos en el área (Cuadro 4). El resultado de cada indicador se expresó como puntaje estandarizado con un valor entre 0 (menor sustentabilidad) y 100 (mayor sustentabilidad).

5. Presentación e integración de resultados. Los resultados obtenidos del monitoreo de los indicadores se presentaron a través del método multicriterio AMIBA, una técnica mixta que combina información numérica para aquellos indicadores que lo permitan con gráficas. En esta figura el grado máximo de sustentabilidad se obtiene cuando todos los indicadores adquieren un valor igual a 100.

6. Conclusiones y recomendaciones. En ésta fase de la metodología se hizo la síntesis del análisis y presentación de sugerencias para fortalecer la sustentabilidad y el proceso de evaluación de los sistemas agropecuarios propuestos.

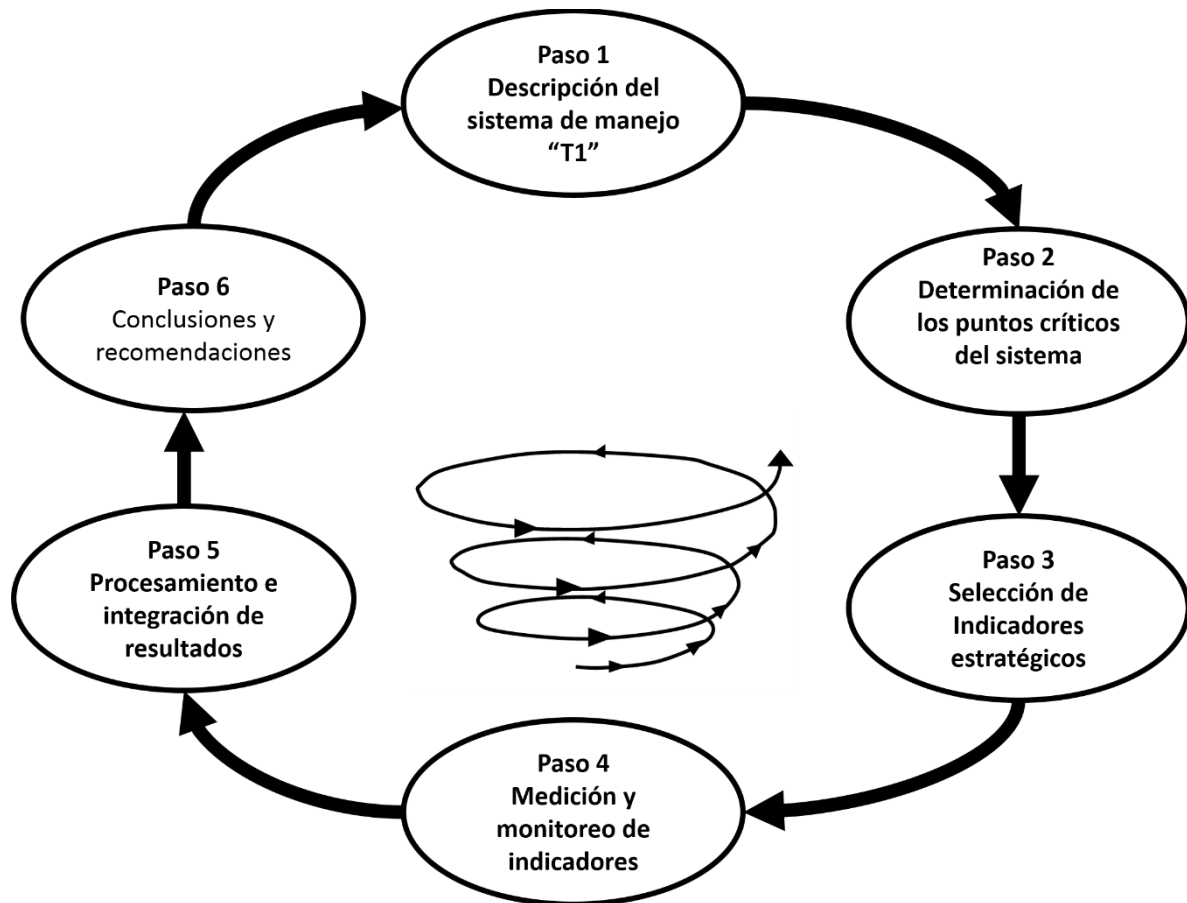


Figura 7. Ciclo de actividades para la ejecución del MESMIS. (Masera *et al.*,1999).

6. RESULTADOS

6.1 Conformación del grupo Mujeres y ambiente

Éste grupo está conformado por integrantes de la comunidad La Carbonera, la cual se ubican en las faldas del volcán extinto de la Joya (Secretaría de medio ambiente y Recursos Naturales, 2012). Esta localidad según la CONAPO, es considerada de alta marginación, sin embargo a través de la conformación del grupo “Mujeres y ambiente” se ha expresado durante los últimos 10 años de manera activa la necesidad de tener una mejor formación ambiental con el propósito de mantener conservada la microcuenca Buenavista, a la cual pertenecen y que hace parte del área natural protegida.

La conformación de éste grupo se inició a partir de una reunión en el año 2003 a la cual asistieron los subdelegados de diferentes comunidades y sus respectivos comités en la comunidad San José, Buena Vista, donde se les socializó los proyectos de las Ecotecnias, que inicialmente les pareció algo irreal para cumplir a los asistentes.

En el año 2004, este grupo de subdelegados recibió una capacitación en manejo de cuencas a través de la Maestría en Gestión Integrada en Cuencas de la universidad Autónoma de Querétaro. A esta capacitación asistió el subdelegado de la microcuenca Buena Vista, el sr Adán Banderas Merel, quien en ese momento expresó la necesidad de recuperar un arroyo que estaba contaminado de residuos sólidos. De ésta manera se empezó a trabajar en el lugar con los alumnos de biología de la Universidad Autónoma de Querétaro. Luego de pasar seis años, en el 2009 se inició la primera etapa de recuperación del jardín ambiental comunitario “el Venado” liderado por el subdelegado de la comunidad.

Para la fecha de la inauguración del jardín, se pidió a los asistentes de la inauguración convocar a un grupo de mujeres para iniciar el proyecto de las ecotecnias en la microcuenca. Éste grupo inicialmente estuvo constituido por 34 mujeres con un rango de edad entre los 16 y 79 años, y un hombre, quienes se han organizado con el objetivo de aumentar la producción de alimentos, así como fortalecer los micronegocios que han venido desarrollando como son: venta de hortalizas, humus de lombriz y productos cosméticos como una estrategia para generar empleos y de ésta manera erradicar la pobreza y mejorar su calidad de vida.

Este grupo hoy en día es reconocido bajo el nombre de “Mujeres y Ambiente”, cuyo nombre fue dado por una de sus integrantes: María de los Ángeles Banderas Merel. Una vez constituido como grupo la Sra. Rosy Banderas Merel, fue nombrada representante del grupo, y sería la persona a quien llegarían los cheques o fondos para la ejecución de los diferentes proyectos.

En el año 2007, el grupo fue invitado a la comunidad de Amealco, donde a través de un recorrido y charlas pudieron conocer cómo funcionaban las ecotecnias y los beneficios que les proveía a la comunidad. Esta experiencia los incentivó para que participaran de manera activa en las capacitaciones y apoyos que podrían recibir por parte de la Universidad Autónoma de Querétaro y SERMARNAT.

Inicialmente recibieron capacitaciones para el proyecto de: La estufa Lorena, huertos biointensivos y lombricompostas, de los cuales se beneficiaron 70, 35 y 35 familias respectivamente de las 200 familias que hay en la comunidad, duplicando las proyecciones iniciales del proyecto. Este buen resultado fue un punto a favor del grupo, y es lo que ha hecho posible que sean apoyadas en todos los proyectos que han emprendido.

Según una de las productoras Rosy Banderas, el grupo viene trabajando hace siete años las ecotecnias relacionado con el cuidado del ambiente, ahorro de agua y producción de alimentos iniciando con tres ecotecnias como son los huertos biointensivos donde desarrollan cultivos de hortalizas durante todo el año, así como la lombricomposta donde aprovechan todos los residuos orgánico generados en el hogar, y los desechos de los animales para la producción de abonos, los cuales utilizan como fertilizantes del suelo y el excedente es vendido. De ésta ecotecnia también hacen uso del excedente de lombrices, ya que producen un aceite que es un colágeno que tiene efectos cosméticos y también es comercializado por el grupo.

Para el desarrollo del huerto iniciaron con siete sobres de semillas, un biello, una pala, diez ollitas para riego, cinco metros de malla sombra, y tres varillas. Todo este material fue parte de la sesión práctica de una capacitación que recibieron. Los sobres de semilla (rábano, perejil, alfa alfa, acelga, apio, jitomate, cilantro) fueron diferentes para cada integrante y con el paso del tiempo se fueron intercambiando las semillas entre ellas

haciendo más variado la producción de las hortalizas de sus huertos familiares. Estas semillas que recibieron, son variedades de polinización abierta y que han preservado.

“La ingeniera nos dijo que eran semilla vírgenes, que teníamos que aprender a cultivar y q de nosotros dependía si no la dejábamos terminar. Y hasta ahora hemos conservado nuestras semillas, sembramos y hemos dejado nuestra semilla q hemos estado cultivando para nuestro consumo y la venta”.

También afirma que de las actividades que han desarrollado la más bondadosa es la del huerto, ya que durante todo el año están produciendo alimento para consumo y venta. De las hortalizas lo que más producen es Acelga, lechuga y perejil.

“De los productos del huerto lo que más se vende es la acelga, una hortaliza que se da todo el tiempo....Es más noble para darse, en tiempo de frío y de calor. El pequeño huerto se asemilló, sale la semilla sola....Lo que más tengo todo el tiempo es la acelga, aguanta la sed si no tengo tiempo de regar seguido”

“La acelga y el rábano es lo que más se da y lo que más utilizamos para tortillas, agua, la comida.....pues ahora sí que Consumimos nuestras verduras frescas, limpias y sanas”

También cuentan con la estufa Lorena, que es una estufa ahorradora de leña, que les ha generado mejoras en la salud y a nivel económico ya que gastan menos dinero por consumo de gas. Con el paso del tiempo han implementado otras ecotecnias en el hogar que les han beneficiado en la reducción del gasto familiar, ya que han logrado la producción de alimento para autoconsumo y para la venta, los cuales los cultivan con abonos orgánicos como el humus de lombriz y combaten la plagas a partir de preparados que hacen con plantas aromáticas y medicinales libres de fertilizantes químicos o pesticidas y que es un punto que los distingue de los demás productores de la zona.

Cuando culminó el período como subdelegado del sr Adán Banderas, fue seguido en el cargo por otra persona, la cual no le dio continuidad a los proyectos que venían emprendiendo. Y fue hasta el año 2006, que el cargo fue asumido por la Sra. Consuelo quien, le dió entrada nuevamente a la universidad Autónoma de Querétaro y retomó los proyectos que aún no se habían concluido.

El 15 de noviembre del 2011, la SEMARNAT hizo entrega de \$ 99.990 pesos al grupo “Mujeres y Ambiente” (integrado por 32 mujeres) con el fin de subsanar problemas de saneamiento de agua y su reciclaje en los huertos establecidos en la primera etapa del proyecto, para lo cual se construyeron los biofiltros, donde se depositan todas las aguas grises que se generan dentro del hogar y que son reutilizada para el riego de las hortalizas y que de una manera contribuye a la reducción del gasto de agua y ha aumentado la producción de sus huertos.

“Antes de tener el biofiltro, se tiraban el agua a la calle, al patio o al pasto. Con la inserción del biofiltro ahorramos más agua, y la usamos para regar las plantas del jardín. El recibo del agua disminuyó en un 50% si antes pagábamos 150 ahora se paga 80 pesos. En tiempo de sequía batallábamos bastante porque no teníamos donde almacenar el agua, y aparte toda la que se usaba se tiraba. Antes sólo usábamos agua potable, porque no había para captar del techo y solo se tenía uno o dos tinacos de agua entubada.”

“Cuando se hizo el huerto lo surcaron con material de PET, para que cuando hubiera escasez de agua, esa agua se usara para regar y no se secase el huerto”. Ahora no sufren tanto, ya que tiene la cisterna y aparte el biofiltro, y de esta manera toda el agua que va llegando la van aprovechando. Y es un beneficio muy grande no solo económico sino que pueden reusar las aguas servidas para regar sus plantas.

En la ejecución de éste proyecto del Biofiltro las integrantes del grupo también recibieron talleres demostrativos y participativos en temas relacionados con cultivos de hongos para su comercialización, lombricultura y manejo de arroyos. En éste mismo año el grupo definió un logo y etiqueta para la venta de sus productos, con lo cual participó en la feria expo-ambiental Querétaro, la feria de mercados ecológicos y al IV foro de manejo comunitario del agua en cual se desarrolló en Chilpancingo, Guerrero promoviendo sus productos. En todos estos eventos, el grupo estuvo representado por ángeles Balderas Moreno, quien dio a conocer las actividades desarrolladas por las mujeres orientadas hacia la sustentabilidad de la comunidad.

El 26 de julio del 2012 el grupo de mujeres “Mujeres y Ambiente” (que hasta el momento estaba conformado por 17 mujeres) recibió el monto de \$ 110,000.00 pesos por parte de la SEMARNAT con el propósito de fortalecer el uso de ecotecnias, desarrollar

micro negocios, y comercializar los productos, con lo cual obtuvieran una rentabilidad económica, que hiciera posible mejorar su calidad de vida, y sostenerse como una comunidad unida y organizada.

Con éste apoyo económico se hizo la limpieza del parque ambiental “El venado” y construyeron 17 cisternas de ferrocementos, otra de las ecotecnias implementadas y que es una manera de cosechar agua, a partir de la recolección del agua lluvia que escurre a través de los techos, alcanzando a cosechar agua en una cisterna con una capacidad de 12000 lt con lo que también reducen el uso del recurso hídrico y por tanto en el pago por uso de agua potable. Esta ecotecnia fue seleccionada por la comunidad, una vez visitaron la experiencia exitosa de la comunidad Chitejé del garabato y Chitejé de la cruz.

Estas actividades estuvieron guiadas por profesores y estudiantes de la maestría en gestión de cuencas y personal de la agencia de desarrollo de la sierra gorda con experiencia en vivienda sustentable. Así mismo con este apoyo económico la comunidad recibió capacitación en diferentes campos del conocimiento como en el uso de hidrotecnologías en el hogar, en la elaboración de inóculo para cultivar hongos comestibles, y en organización preliminar de un negocio, lo cual les permitió identificar cuáles de los productos generados por parte del grupo de mujeres, podrían comercializar en la ciudad.

También recibieron capacitación en derechos humanos. Esta capacitación permitió fortalecer sus conocimientos sobre los derechos de la mujer, su papel dentro de la familia y la sociedad mexicana a lo largo de la historia.

En el año 2013 este grupo de mujeres recibió capacitación en temas como: Energía Solar, sistemas de manejo de energía solar, la olla solar, los sistemas fotovoltaicos, el calentador de agua solar, deshidratador y el secador solar. Así mismo desarrollaron un taller sobre construcción del secador solar y de casas sombras. También fueron partícipes del curso taller relativo a métodos y técnicas para la preparación de dulces y conservas de nopal y xoconostle.

“El deshidratador solar es para secar frutas y verduras de temporal. Para cuando llegue el invierno tener frutas almacenadas (calabaza, chayote)”.

“La olla solar, es una ecotecnia con la pura fuerza y calor del sol donde cosemos los alimentos sin pensar en que no se tenga leña, gas, energía”. Esta ecotecnia la obtuvieron a través de un concurso donde 35 participantes que tienen huertos biointensivos, fueron evaluados y recibirían la olla solar aquellos huertos que presentaran las mejores condiciones. Esta ecotecnia la usa una o dos veces a la semana y solo 27 familias fueron beneficiarias de este proyecto. En tanto que el deshidratador lo usan poco porque ocupa mucho espacio y 30 familias fueron beneficiarias de esta ecotecnia.

La estructura organizativa de este grupo, hizo posible la recuperación de un jardín comunitario ambiental “El Venado” bajo la dirección de la Universidad Autónoma de Querétaro y así mismo que la comunidad fuera elegida para que se desarrollara el proyecto “Prototipo Bicentenario de Unidad Básica de Vivienda Rural” (RIIVSB, 2010) y que en el año 2013 recibieran el premio al mérito ecológico por considerarse una comunidad sustentable por tres periodos consecutivos, donde recibieron \$ 25000 con lo cual compraron calentadores solares.

El grupo de mujeres también son productoras de setas, tortillas enriquecidas con verduras del huerto biointensivo, con lo cual varían y complementan su dieta familiar. Así mismo producen humus de lombriz, plántulas, composta y semillas que son polinizadas por las abejas y que comercializan también.

Hace un año, se dedican a la cría de gallina, pollo, conejo de donde obtienen huevo y carne para abastecer la dieta familiar, y los excedentes lo comercializan. También producen plantas aromáticas y medicinales a través del proyecto Banco de germoplasma: “consiste en tener un pequeño cerrito en casa, ahora sí donde conservamos plantas medicinales que llamamos “Farmacia viviente” donde estamos tratando de conservar las plantas que usaban nuestros antepasados para curar. Ya ves que antes se usaban puras plantas naturales, No había doctores.... al menos cercanos no. Puras plantas que las personas grandes tenía conocimientos sobre su uso y sabían para que servían. Y ahí nos estamos guiando por medio de las personas grandes, quienes nos ayudaron a extraer las plantas de aquí de los alrededores, cultivarlas y conservarlas en ese pequeño banquito de germoplasma.”

La mayoría de las personas de la comunidad tienen plantas medicinales en sus hogares, porque siempre las han usado dentro de la familia. Pero con la incorporación de este proyecto han intentado tener un poco más de estas plantas medicinales en sus casa y volver a usar la medicina natural, y conocer sobre el uso de cada planta, para qué sirven, de donde viene, con qué otro nombre se conocen a través de una capacitación de herbolaria. Según (Arteaga, 2015) en el caso de las aromáticas se tiene una mayor producción, de hierba buena seguida de la albahaca, la ruda, el romero y la mejorana.

Este conocimiento, y empoderamiento de las mujeres del proyecto hizo posible que éstas fueran vinculadas con la empresa Provital Group, una multinacional que apoya a comunidades desfavorecidas, el comercio justo, productos ecológicamente sustentables y que se dedica a producir ingredientes activos para la industria cosmética. La idea de ésta vinculación es que el grupo de mujeres, pudieran suplir a futuro la demanda de plantas aromáticas que requiera la empresa Provital Group.

Como la producción de plantas aromáticas, se ha venido desarrollando de manera empírica por parte de las mujeres del proyecto, y con el fin de dar inicio a éste trabajo en conjunto, se firmó un convenio de colaboración entre La Universidad Autónoma de Querétaro, Grupo Provital y las integrantes del grupo “Mujeres y Ambiente” con el objetivo de capacitar al grupo en lo relacionado a la propagación y cultivo de plantas aromáticas y medicinales.

Durante las capacitaciones que recibieron aprendieron a propagar semillas de árnica, manzanilla, toronjil, esquejes de romero y salvia, mismos que fueron utilizadas durante la segunda parte del curso cuando se impartió la parte de cultivo en campo. Cabe mencionar que al término del curso se les entrego un diploma de participación.

Para el inicio del proyecto se tuvo en cuenta la demanda de Provital y también las plantas que las productoras más utilizan para la elaboración de sus productos, por lo cual se determinó que las plantas con las que iniciaron el proceso fueron: árnica, caléndula, manzanilla, toronjil y romero. Esto no deja de lado la posibilidad de que las productoras propaguen y cultiven otras especies que les sean importantes ya que de acuerdo a la información que se recabó durante la fase del “Estudio socioeconómico” son muchas otras las especies que ellas utilizan en la elaboración de sus productos (Arteaga, 2015).

Estas capacitaciones se llevaron a cabo en la parcela familiar. Para el desarrollo de éste proyecto fue necesario hacer una prueba piloto para conocer si el terreno es apto para la producción de las plantas aromáticas y medicinales y es cuando deciden unirse ya que necesitarían de un espacio más grande para poder lograr la producción demandada por la empresa.

Las plantas aromáticas también las usan como control de plaga y para la producción de productos cosméticos artesanales como son: jabones, pomadas, shampoo, repelentes, cremas. Esta actividad la vienen desarrollando hace dos años y medios y también les genera una entrada económica.

La idea de estos productos surgió de una convocatoria de La Universidad Autónoma de Querétaro en la Joya, donde asistieron otras comunidades de charape y la joya y Pinalillo. Inicialmente cada comunidad llevó plantas de las cuales los pobladores tenían algún conocimiento sobre su uso y con la guía del capacitador la fueron clasificando para los diferentes productos y de ésta manera las personas aprendieron la elaboración de estos productos. Con el tiempo los productos fueron probados por el mercado estudiantil de la UAQ y personas externas y tuvieron buenos comentarios: “gracias a dios después que se empezó a usar, nos dijeron que ya los podíamos sacar a la venta”

Hoy en día, de todas las personas que asistieron a esa capacitación sólo producen para la venta las integrantes del grupo “Mujeres y Ambientes “. Es un grupo que se ha venido consolidando, con la orientación de la Universidad Autónoma de Querétaro, y que tienen un mercado fijo dentro de la institución y que se ha venido abriendo a otros sectores. Un punto al favor fue la etiqueta que tienen hoy sus productos, que de alguna manera convence mejor a los usuarios de los productos.

El desarrollo de estas actividades y la implementación de las diferentes ecotecnias mencionadas les han permitido a este grupo de mujeres tener una reducción en el gasto familiar ya que se autoabastecen, pero así mismo una rentabilidad económica ya que comercializan los productos generados de estas actividades. Cabe destacar que el desarrollo de éstas actividades les genera una satisfacción a nivel personal, ya que les ha permitido desarrollarse y tener conciencia del poder que individualmente y colectivamente manifiestan a través del desempeño de sus roles y que les permite sentirse productivas,

proactivas y felices, ya que cuentan con ingresos que ellas mismas generan desde sus hogares.

“Me la llevo muy carrereada, porque no puedo desatender la tienda, y tampoco el huerto pero lo que he conocido de la experiencia de este proyecto estoy sorprendida, satisfecha y contenta por todo lo que hemos alcanzado, además agradecida de lo poquito que he aprendido y de las experiencias que he tenido”

“Antes sólo me dedicaba a la casa y al negocio de la tienda y ya después que hice parte de este proyecto me siento muy contenta, más presionada, con más trabajo, pero satisfechas porque tenemos más ingresos para la casa. Nos vemos más carrereada, con más trabajo pero sufrimos un poco menos de economía, porque tenemos mayores ingresos que antes.....le batallamos todavía, pero sufrimos menos económicamente. Me la llevaba más calmada antes, pero sufría más económicamente”

“Me siento satisfecha con todo el conocimiento que he obtenido después de todo este trabajo, después de que entré al grupo “Mujeres y Ambiente” hemos conocido muchas cosas, hemos aprendido y conocido mucha gente, sobre todo mucha gente buena como tú...mucha gente diferente, hemos aprendido a recibir gente a nuestras casas, a compartir lo que hemos aprendido...Yo, nombre! Experiencias preciosas con otras personas. Y sobre todo mis hijos que en lo que cabe van aprendiendo y cuando se puede forman parte de....van conociendo, viviendo la experiencia y dicen que cuando estén grande quisieran tener sus casas como nosotros con las ecotecnias”

“En unos años espero que estemos más avanzadas en nuestras ventas, más capaces, seguras, preparadas y a lo mejor con otros productos, mejor mercado y con mayor conocimiento de más cosas”

Con el paso del tiempo el grupo de mujeres ha aprendido de sus aciertos y fallas, fortaleciendo esto la organización, empoderamiento y autogestión, siendo esto notorio a nivel social dentro de la comunidad.

Las integrantes del grupo identifican la falta de una mayor organización, así como una carencia de vinculación institucional fuerte, por lo cual se propone reforzar

capacitaciones en aspectos organizativos y productivos que fomenten una visión empresarial entre las productoras.

“No hace falta un poco más de comunicación, un poco más de confianza y más...ahora sí que más equidad de participación para estar más satisfechas, más tranquilas.....a lo mejor por las carreras no nos sabemos comunicar”

De esta manera se puede destacar que los principales beneficios de los diferentes proyectos desarrollados en la comunidad están (Pineda et al., 2012):

- ✓ Un empoderamiento de las mujeres en lo que se refiere a la toma de decisiones en la organización territorial de la vivienda.
- ✓ Han adquirido una conciencia ambiental, a través de capacitaciones demostrativas y participativas sobre cuidados del medio ambiente.
- ✓ Han mejorado su calidad de vida a través del establecimiento de micronegocios, que les ha permitido contribuir de manera significativa en la economía familiar.

Cada una de las integrantes posee huertos biointensivos en sus hogares donde cultivan una gran variedad de hortalizas y plantas aromáticas. Las hortalizas producidas, son para autoconsumo y también para la venta ya sea como semilla o como plántula en diferentes puntos de comercialización como son: La Universidad Autónoma de Querétaro (Campus universitario y Juriquilla), como también en un restaurante ubicado en Juriquilla una vez al mes.

6.2 Caracterización social del grupo de trabajo del sistema de producción diversificado

Hoy en día de éste grupo sólo trabajan de manera activa 4 integrantes y algunos miembros de su núcleo familiar. Según el estudio socioeconómico llevado a cabo por (Arteaga, 2015) al grupo de mujeres desde el punto de vista de la organización familiar, el 75% son casadas y el 15% son solteras, la mayoría de ellas, así como su pareja, son originarios de la comunidad (92.8%) y solo una de las participantes (7.2%) es originaria de Cerro de la Cruz, otra comunidad que pertenece a la misma microcuenca, lo que nos indica que las participantes están familiarizadas con el entorno, conocen sus recursos y las problemáticas que existen en su comunidad.

En cuanto al nivel de educación son las mujeres quienes han alcanzado un mayor nivel educativo (preparatoria y estudios universitario) representando el 6%. Ésta diferencia es debida a que los hombres una vez terminan la secundaria buscan empleo como ayudantes de albañil o en alguna empresa de la ciudad de Querétaro. Cabe decir que de los miembros de las familias solo una persona (4%) en edad adulta no sabe leer.

En cuanto al uso del tiempo (Arteaga,2015) reporta que en este grupo, los varones menores a 14 años dedican (6-8 hrs) al estudio, la mayoría de ellos también ayudan en las tareas del hogar (1 h) y en trabajos de la huerta o parcela (30 min. -1 h), dos de ellos cuidan ganado de un vecino (2-3 hrs).

En cuanto a las niñas usan el tiempo en las mismas actividades, con la diferencia que el tiempo de cuidado de ganado lo sustituyen por el cuidado de animales de patio y ellas no le dedican tiempo a la parcela.

En cuanto a los hombres adultos dedican (8-11 hrs) a su trabajo remunerado como empleados y en la construcción (40%) o como herreros que representa el 20%, complementando ésta actividad con el cuidado de la parcela (3-5 h) ya que trabajan desde sus domicilios. Solo uno de ellos ayuda en las actividades del huerto (3h) y la elaboración de productos medicinales (15min), los más jóvenes dedican su tiempo a estudiar y ayudando con las tareas del hogar.

Las mujeres adultas (57.8%) miembros del grupo son las que dedican la mayor cantidad del tiempo a las tareas del hogar (6-8 hrs) y actividades de la huerta (2-3 hrs), como en la elaboración de productos diversos (1-2 hrs) y su comercialización la cual se realiza un día a la semana cada mes en un período de 6 a 8 horas.

Las familias de este grupo viven en casas construidas de concreto, poseen cocina con gas, sanitarios con agua, energía eléctrica, se abastecen de agua de la red pública. Así mismo cuentan con las siguientes ecotecnias: Cisterna de captación de agua, calentador solar, biofiltro, letrina seca, fogón ahorrador, huerto biointensivo, compostero, olla solar y deshidratador solar, producto de las diferentes capacitaciones en las cuales han participado.

En cuanto a la tenencia de animales el 50% de las familias tiene gallinas y solo 12.5% cuenta con puercos.

El 87.5% de las familias del grupo tienen automóvil o camioneta, 37.5% cuentan con bicicleta y solo el 12.5% tienen además caballo, lo cual es bueno ya que facilita las vías de comunicación para la comercialización tanto de insumos como de producto.

En cuanto a electrodomésticos es importante señalar que de una forma u otra las familias cuentan con lavadora y refrigerador en un 100%, el 90% posee televisor y plancha. Así mismo disponen de un teléfono celular para facilitar la comunicación.

6.3 Caracterización de los sistemas agropecuarios

Sistema de producción convencional

Esta unidad productiva presenta un área promedio de cinco hectáreas y ha funcionado durante 50 años en la producción de maíz, calabaza y frijol (Milpa) de temporal, implementando desde hace 30 años semilla mejorada de la variedad: Vida 55- 53 y 33. La diferencia entre estas variedades de semillas, es el tiempo de cosecha siendo 5 meses para la variedad 55, 4 meses para la variedad 53 y 3 meses para la 33.

En el sistema convencional el cultivo es anual, la limpieza del terreno se realiza con tractor y comienza a finales del mes de marzo. La fertilización de los cultivos se lleva a cabo con estiércol de ganado.

En este SPA, se identificó la presencia de maleza como: correhuela (*Convolvulus arvensis*), verdolaga (*Portulaca oleracea*) chayotillo (*Xanthium strumarium*), tortuguilla (*Diabrotica spp*), quelite ledo (*Chenopodium berlandieri*) y chotol (*Tithonia tubiformis*). Y en cuanto a plagas se registró la presencia de: chapulín (*Sphenarium purpurascens*), conchilla (*Dactylopius coccus*) y ardillas (*Spermophilus variegatus*).

Con respecto al uso de insumos externos, se utilizan plaguicidas y herbicidas para el control de plagas y maleza. Para lo cual utilizan agroquímicos como:

Gesaprim, cuyo principio activo es Atrazina: 6-Cloro-N2-etil-N4- isopropil-1, 3,5-triazina-2,4-diamina, en una proporción de 1.6 kg/ ha disuelto en 150 L de agua.

Gramoxone, cuyo ingrediente activo es: Paraquat (ion de 1,1 dimetil 4,4 dipiridilo en forma de cloruro de paraquat) en una proporción de 200-300 kg por hectárea.

Hierbanina cuyo principio activo es 2,4-diclorofenoxiacético con un contenido de ácido 2,4-D no menor de 83% en una ración de 2L por hectárea.

Sevín 80 insecticida carbámico, cuyo principio activo es Carbaril: 1-Naftil metilcarbamato en una proporción de 2 kg/ha.

Los productores, reconocen que la gasolina es otro insumo que utilizan mucho para el transporte del abono orgánico, que si bien ellos mismos lo producen se encuentra fuera de la parcela donde desarrollan las actividades de la MILPA.

En cuanto a la producción animal, se tiene 7 vacas, 2 toros, 20 chivos, 5 borregas, 21 cerdos, y 2 caballos.

Para la cosecha del maíz, contratan mano de obra y en algunas ocasiones es realizada por algunos miembros de la familia que se desplaza a las parcelas para esta actividad, es muy común que durante esos días las comidas se realicen en las parcelas.

En esta parcela la producción del maíz al igual que el sistema diversificado es de autoconsumo, sin embargo una pequeña proporción es vendida a un precio de \$5 a \$7 por kilogramo. No hay un comprador fijo, pero usualmente es vendida directamente a los habitantes de la misma comunidad.

Preparación de la tierra para cultivo de la Milpa del sistema de producción convencional

El primer paso es el barbecho de la tierra, en el mes de marzo para que esté suave para cuando llegue la época de lluvia. Para este proceso ocupan de un tractor y un jornal que cobra \$800 / ha que en dos días trabaja las 4 hectáreas de tierra.

El proceso de la siembra lo hacen a finales de abril comienzos mayo, luego de las primeras lluvias y para esto requieren de maquinaria pesada que les facilita la labor de la siembra la cual se realiza en un día.

Hace 30 años utilizan semilla mejoradas para sembrar el maíz de la variedad el vida 55 y 33 cuya diferencia entre ambas es el tiempo de cosecha del elote, siendo 5 meses para

la primera y 3 meses para la segunda. Par este sistema de producción rural la variedad que más han usado es la 33, sembrando un bulto por hectárea. Cada bulto tiene un precio de \$1350.

El productor asegura que “esta semilla mejorada tiene más rendimiento, crece más la planta, es más gruesa y en la pastura tiene más hojas, que son más resistentes...todo rinde más. En cambio la criolita tiene una cañita muy delgadita. Además dice que el sabor de la mejorada es mucho mejor y que para hacer la tortilla tiene más fuerza”.

En cuanto a la siembra de frijol y calabaza la semilla que utilizan sí es criolla, que guardan de un año para otro. Estas semillas las siembran en menor proporción comparada con el maíz, sobre todo del frijol (10 kg / ha) “porque el frijol se esponja y enreda en la caña” de la calabaza (0.25kg / ha) “porque echa raíz muy grandota y tumba la milpa”.

Una vez siembran, hacen el proceso de la escarda, surcos en la tierra por lo general con animales de tracción para quitar la maleza. Sí este proceso no se termina con la yunta, ocupan del tractor, que en un día hace todo la actividad agrícola con un valor de \$400/ha.

La segunda es meter el tractor cuando la planta tiene 50 a 60 cm para que quede totalmente limpia de hierbas.

A mitad del mes de septiembre cosechan elotes y en el mes de noviembre contratan dos a tres personas durante una semana para cosechar las 4 hectáreas. Cada jornal representa un costo de producción de \$1200/ semana. En la Tabla 4 se relacionan los costos de producción del sistema convencional por hectárea.

Tabla 4. Relación costos por la preparación de la tierra por hectárea.

Actividades	Costo por ha
Barbecho	1600
Siembra	1600
Escarda	1600
Cosecha	1600
Insumos	1600
Total	5300

Por hectárea cosechan una tonelada, o tonelada un cuarto de maíz por hectárea, 90 kg/ ha de frijol y de calabaza 40 kg/ ha. Luego de cada cosecha se recoge 4 toneladas de forraje el cual mandan a moler y se lo dan al ganado. Cada kilo de forraje molido les sale en \$ 80 pesos.

Finalmente cuando levanta toda la cosecha posteriormente siembran por lo general cebada o garbanzo para alimentar a los animales.

El productor hace uso de abono orgánico (estiércoles de vaca, chivo, cerdo y gallina) para fertilizar el suelo. Dice que este abono “dura siete años dando tierra buena”. Y que cada año se mejora más y que durante todo el año pone abono en partes distintas de la parcela, en una ración de 2000 kg cada dos meses cuando está seco.

“Aquí estaba bien pobrecita la tierra, era casi puro tepetate, feo!.Entonces con el estiércol y tierra que le hemos echado se logra la milpa”

Sólo identifica que disminuyó la producción cuando dejó de poner estiércol al suelo y menciona que en esta época los rendimientos eran más bajos aproximadamente 500 kg/ ha.

“Echamos de ver que en partecitas donde no se pone de éste (abono) luego luego se nota que queda.....la milpa y crece menos la mazorca”

“¿Cómo le hicieron?” “¡que grandotas!”.....¡no pues así no más!¡echándole ganas!.....Es que es eso el abono....sin abono no es lo mismo y la semilla cuenta mucho. La gente no quiere sembrar la semillas mejorada porque y que está glotona y da el elote grueso.....desgranen una glotona y una que no esté glotona y vean cual pesa más?

“El elote está grueso pero tupido de maíz por todo lado”

Caracterización de los subsistemas del sistema de producción Convencional

En el sistema de producción convencional la forma de uso del suelo se puede apreciar a través de tres subsistemas. Cada uno de estos provisto de recursos que son aprovechados durante cada temporada por los pobladores.

Este sistema de producción está integrado por tres subsistemas (Figura 8)

Subsistema familiar

Conformado por dos miembros, el productor (Salvador Sánchez) y su esposa. Entre ambos desarrollan las actividades agropecuarias. De este modo el señor se encarga de la milpa y la señora de la venta de productos como leche, queso y maíz por kilo. El productor heredó el conocimiento del manejo del subsistema agropecuario de su padre, actividad que ha desarrollado durante 50 años.

Subsistema agrícola

En este SPA, se identificó la presencia de maleza como: correhuela (*Convolvulus arvensis*), verdolaga (*Portulaca oleracea*) chayotillo (*Xanthium strumarium*), tortuguilla (*Diabrotica spp*), quelite ledo (*Chenopodium berlandieri*) y chotol (*Tithonia tubiformis*). Y en cuanto a plagas se registró la presencia de: chapulín (*Sphenarium purpurascens* Ch), conchilla (*Dactylopius coccus*) y ardillas (*Spermophilus variegatus*).

Subsistema pecuario

Está integrado por 7 vacas, 2 toro, 20 chivos, 5 borregas, 21 cerdos, 2 caballos y 30 gallinas para consumo familiar y venta. Las excretas de estos animales la usan como abono en su parcela y de esta manera fertilizan el suelo durante todo el año en una ración de 1000 kg mensuales.

Esta actividad pecuaria, le permite a la familia, diversificar la alimentación, y obtener un ingreso económico a través de la venta de los excedentes de los productos que se generan (venta de leche, animales).



Figura 8.Diagrama de flujo del sistema de producción convencional.

Sistema de Producción Diversificado

Esta unidad productiva presenta un área promedio de cinco hectáreas. Ha funcionado durante 43 años bajo un esquema orgánico en la producción de maíz y frijol libres de insumos químicos. Que si bien no representa ingresos económicos importantes en la actualidad, si tiene importancia para el autoconsumo de la familia y para la alimentación de los animales.

La mano de obra es familiar, y son sólo las mujeres del núcleo familiar, quienes reparten las horas del día entre las actividades domésticas y las agropecuarias como una estrategia en busca de la seguridad alimentaria, hacer un frente al desarrollo urbanístico y mejorar su calidad de vida. Los hombres de la familia se dedican a trabajo asalariado en la zona industrial de Querétaro, colaboran en labores como transporte de los excedentes para la venta hacia la zona urbana del municipio de Querétaro y en la colecta de algunas plantas silvestres (sangregado, sábilas, granjeno) para la elaboración de productos de belleza.

Una particularidad de este sistema es que no requiere de un factor externo como la remesa para su desarrollo y que además desde el año 2003 se ha venido diversificado su producción mediante la intervención de profesores y estudiantes de la Universidad Autónoma de Querétaro y recursos aportados por SERMARNAT, con lo cual han conseguido desarrollar ecotecnias como: Biofiltro, composta, cisterna, estufa Lorena, olla solar, que han favorecido procesos de reciclaje y uso eficiente de los recursos naturales. De

ésta manera elaboran compostas, utilizan semillas de polinización abierta, reutilizan el agua y utilizan menos leña para cocinar.

En cuanto a la producción animal, se tiene 34 Gallina, 5 borregos, 1 cabra, y 14 conejos. Esta biodiversidad en las fincas promueve un equilibrio en el agroecosistema, debido al aumento significativo de especies en forma de regeneración natural, lo que permite diversificar la producción y promover la presencia de otras especies faunística en el entorno.

Las productoras usan una estrategia de pluricultivo en su parcela y se pudo determinar que en el agroecosistema se manejan 32 cultivos (hortalizas, frutales, aromáticas y medicinales), en diferentes estadios de desarrollo productivo, lo que asegura una producción estable en el agroecosistema e indica una alta biodiversidad. Esta oferta de alimentos de origen animal y vegetal les permite diversificar su alimentación y por lo tanto mejorar su dieta alimenticia. Así mismo obtener ingresos económicos con la venta de los excedentes de estos.

En este SPA, se identificó la presencia de maleza como: Aceitilla (*Bidens pilosa*), cadillo (*Desmodium tortuosum*), malva (*Malva parviflora L.*), quelite ledo (*Chenopodium berlandieri*) y chotol (*Tithonia tubiformis*). De éstos la aceitilla y chotol lo usan como forraje cuando están maduros. En cuanto a plagas se registró la presencia de: chapulín (*Sphenarium purpurascens*), chahuistle (*Phytophthora infestans*), gusano soldado (*Spodoptera exigua*) y ardillas (*Spermophilus variegatus*). Para este sistema el manejo de la maleza lo hacen de manera manual y la plaga no tiene un control.

Preparación de la tierra para cultivo de Maíz

La preparación del terreno se realiza anualmente en el mes de abril. Inician con el barbecho utilizando un tractor que voltea la tierra y hace los surcos siguiendo las curvas de nivel que finalmente de manera manual se empareja. En junio se raya o se marcan los surcos y se mete el tractor para tirar la semilla a una distancia de 15 centímetro una de otra. Para éste caso, vale aclarar que se siembran variedades de maíces criollos, que la familia ha seleccionado de la cosecha anterior y conservada a través del tiempo con ciclo vegetativo que va de 90 a 120 días. La densidad promedio es de 40,000 plantas por hectárea,

empleando de 15 a 18 kg de semilla ha⁻¹. Cuando la semilla germina y que tiene más o menos una altura de 15 centímetros (30-45 días) se escarda ya sea con yunta o tractor para ponerle tierra al maíz, para que no se inunde cuando llueva y para eliminar las malezas. La cosecha se recoge a finales de septiembre comienzos de octubre y la realizan en forma manual utilizando en promedio de 8 a 10 jornales por hectárea, con rendimientos de 1.2 toneladas por hectárea. La cantidad que se cosecha es para autoconsumo para abastecer al hogar, y guardar la semilla para la siguiente temporada de siembra. Vale la pena mencionar que la cosecha no es suficiente para la alimentación de los animales de granja que éstas poseen por lo cual deben comprar alimento para éstos (dos bultos mensuales).

Esta situación concuerda con lo afirmado por (Ríos-Osorio *et al.*, 2014) en que estos sistemas tradicionales de cultivo, generalmente responde a un enfoque de subsistencia, ya que son las fuentes de alimentos para el productor y su familia y si generaran algún ingreso económico, no siempre en términos de alta tasa de retorno.

Para la fertilización, utilizando estiércol, del cual aplican alrededor de 170 pacas por hectáreas que corresponden a 2.5 toneladas.

El maíz no recibe tratamiento de desinfección o protección con algún fungicida o insecticida. El agua es un recurso limitante en la comunidad, ya que es poco accesible; es indispensable el manejo de los escasos cuerpos de agua. Se sugiere, el adecuado manejo del suelo lo cual permitiría una mayor retención de agua. El agua que utilizan para regar el cultivo es de temporal, la cual cosechan en una cisterna de ferrocemento.

Para estas actividades requieren de un jornal que cobran \$200 por el día de trabajo. En la Tabla 5 se relaciona los costos por la preparación del terreno. De esta manera el costo de producción de una hectárea de maíz bajo los sistemas tradicionales de cultivo es de \$ 3,900 en maíz de temporal. Según el productor obtenían mejores cosechas cuando usaban la yunta, porque “el surco se agarra más suave y es mejor y el trabajo queda mejor, y es como 5-6 días de trabajo con la yunta”.

Tabla 5. Relación costos por la preparación de la tierra por hectárea.

Actividad	Costos (\$)Jornal/ día	Costos (\$) tractor/ ha
Barbecho	200	700
Siembra	200	500
Escarda	200	500
Cosecha	1600	0
Subtotal	2200	1700
Total		3900

“Anteriormente años para atrás, todo se hacía con yunta desde barbecho, escarda, siembra.... Y eran mejores cosechas porque el trabajo del campo es un trabajo artesanal que se requiere más que nada de la mano del ser humano para que se te logre mejor Pero si tú siembras y haces el trabajo vas a tener mejor cosecha”. Hoy en día para la preparación del terreno hacen uso de tecnologías modernas que no impliquen fuertes inversiones económicas, así como poca o nula adquisición de insumos externos, con el propósito de disminuir los costos de producción.

En cuanto a rentabilidad de una hectárea se recogen 100 pacas de maíz (30 kg) donde cada paca en el mercado está en \$25, lo cual daría en promedio \$2500/ Ha. En cuanto a esto las productoras manifiestan que la producción de los cultivos se ha reducido y que los costos de su producción son mayores a años anteriores.

Preparación del terreno para las plantas aromáticas y Medicinales

En cuanto a la preparación del terreno para el cultivo de las plantas aromáticas y medicinales, sólo se excavó la tierra, se removió, y no se le agregó abono. El proceso se inició con nueve camas de cultivo de 90x1 metros, en los cuales se esperan los rendimientos mostrados en la tabla 6. Para el Trasplante del toronjil y romero se tomaron plantas de dos de las productoras. En tanto que las semillas de caléndula y manzanilla se sembraron en el invernadero y luego fueron trasplantadas a las tornas.

Para la ejecución de este proyecto, aparte del espacio se requirió de una infraestructura mínima (cisterna, invernadero, secadora solar, sistema de riego) para lo cual fue necesario buscar financiamiento y suplir estas necesidades logísticas. Una parte estuvo financiada por la empresa Provital Group con lo cual se cubrió la construcción de un área de propagación y otra parte a cargo de los fondos FOPER de la Universidad Autónoma de Querétaro, con lo cual se cubrió la construcción de una cisterna de captación de agua de lluvia, un sistema de riego para campo y una secadora solar. Y finalmente cada integrante del grupo aportó 1000 pesos para cubrir el costo de empaque del producto. Se proyecta tener 3 cosechas al año, la venta estimada por cosecha se muestra en la

Tabla 6. El producto de mayor interés para la empresa es el toronjil.

Tabla 6. Venta por cosecha de cada uno de los cultivos. Fuente: (Arteaga 2015)

Cultivo	Toneladas/ha	Kg secos	Kg por cama
Caléndula	1.3 - 2.0	200 - 300	15
Romero	18	2,700	160
Manzanilla	0.4- 0.8	92	5
Árnica	0.4 – 0.6	77	4
Toronjil	9	1300	82

Según Arteaga (2015) la relación de ingresos y costos sería (Tabla 7)

Tabla 7. Venta por cosecha de cada uno de los cultivos. Fuente: (Arteaga 2015)

		Primera temporada	Segunda temporada	Tercera temporada
	Saldo inicial flujo fijo		27010	47820
Entradas	Ventas	23810	23810	23810
	Capital	5000		
	Total entradas	28810	50820	
Salidas	Materias primas	1500	3000	3000
	Agua			1200
	Facturación	300		
	Total salidas	1800	3000	4200
	Efectivos	27010	47820	67430

Caracterización de los Subsistemas del sistema de producción Diversificado

A partir de la información obtenida en las entrevistas se elaboró la Figura 9, la cual representa al sistema de producción diversificado, los subsistemas, componentes y sus relaciones.

Subsistema familiar

Estructura familiar: conformado por 4 miembros, la madre viuda, tres hijos. Entre los miembros de la familia desarrollan las actividades agropecuarias. El conocimiento del manejo del subsistema agropecuario lo heredaron de la madre, actividad que ha desarrollado por 60 años. En los huertos caseros familiares la participación del núcleo familiar, pero principalmente de la mujer, es fundamental para mantener en buenas condiciones el área. Así lo demuestra un estudio realizado en Guanacaste, Costa Rica por (Orcherton y Somarriba,1996), en donde encontraron que más de la mitad de la mano de obra utilizada en los huertos proviene de la participación de las mujeres y niñas.

Subsistema agrícola

Se trabaja una superficie de 4 hectáreas. Componentes: Tierras en barbecho. Cultivos de ciclo corto (zanahoria, rábano, cilantro, perejil, lechuga, tomate, maíz). Cultivos de plantas aromáticas (Romero, toronjil, caléndula, manzanilla).

Desde el año 2003 se diversificó el subsistema con siembras de 16 cultivos de ciclo corto (zanahoria, rábano, cilantro, perejil, lechuga, tomate), 17 cultivos de plantas aromáticas y medicinales (romero, toronjil, caléndula, manzanilla) y 3 cultivos de granos y semillas (Maíz, alfa-alfa y avena). Por lo cual se puede decir que se desarrolla una agricultura de bajos insumos externo, debido al manejo a una amplia diversidad de cultivos de granos, hortalizas y plantas aromáticas y medicinales. El manejo del suelo se basa en asociaciones de cultivos, el barbecho y el uso de abonos orgánicos. En este SPA, se identificó la presencia de maleza: aceitilla (*Bidens pilosa*), cadillo (*Desmodium tortuosum*), malva (*Malva parviflora* L.), quelite ledó (*Chenopodium berlandieri*) y chotol (*Tithonia tubiformis*). De éstos la aceitilla y chotol lo usan como forraje cuando están macizos. En cuanto a plagas se registró la presencia de: chapulín (*Sphenarium purpurascens* Ch),

chahuistle (*Phytophthora infestans*), gusano soldado (*Spodoptera exigua* Hübner) y ardillas (*Spermophilus variegatus*). Para este sistema el manejo de la maleza lo hacen de manera manual y la plaga no tiene un control.

Subsistema pecuario

Está integrado por 34 Gallina, 5 borregos, 14 conejos, 10 pollos de engorde para consumo familiar y venta. Así mismo tienen una cabra de la cual usan sus excretas para la alimentación de las lombrices y la extracción de la leche para los productos de belleza y 1 caballo para actividades de tracción animal (arado, escarda).

Esta actividad pecuaria, es relevante para la familia, ya que representa una alternativa para diversificar la alimentación familiar, así mismo una entrada económica a través de la venta de los excedentes de los productos que se generan (carne en pie o canal, estiércol).

Subsistema vivero

Componentes: caléndula o botón de oro (*Calendula officinalis*), romero (*Rosmarinus officinalis*), menta piperita o toronjil de menta (*Mentha piperita*), árnica (*Arnica montana*), manzanilla (*Matricaria chamomilla*).

En este subsistema se propagan plantas que son trasplantadas fundamentalmente para la producción de estas a gran escala y comercializarla con la empresa Provital.

Subsistema ecotecnia

Componentes: biofiltro, cisterna, composta, olla solar, estufa Lorena, calentador y deshidratador solar.

Con el uso de la cisterna se capta agua lluvia, con lo cual era una ayuda para la falta de agua que ha sido una problemática que ha tenido la comunidad. Esta ecotecnia, les permite disponer de agua en periodos de escasez, además que es un ahorro evidente en el consumo de agua potable. Una vez usada el agua, ésta se pasa a través de un biofiltro,

dándole la oportunidad de darle un segundo uso en diferentes actividades del hogar. Esto le ahorra dinero, ya que reduce en un 50% la tarifa mensual del recibo por servicio de agua. El uso de calentador y deshidratador solar, no producen humo y permiten una cocción, que conserva los nutrientes de los alimentos. Es la forma más sostenible, segura y limpia de cocinar, donde se ahorra combustible (leña) tiempo y dinero. Así mismo la estufa Lorena es una manera de economizar leña, disminuir emisiones al aire y también disminuye el recibo de la luz. Con el deshidratador solar tiene la oportunidad de darle un mejor uso a aquellas frutas y verduras que por el tiempo se hayan magullado.

Subsistema de productos de belleza

En los productos que actualmente elaboran utilizan una gran variedad de plantas como lo son sábila, romero, sangregado, lavanda, toronjil, árnica, nopal, órgano, chile, jojoba, espinosilla, manzanilla, gordolobo, sauco, borraja, caléndula, real del oro, hinojo, diente de león, golondrina y hierba del sapo. La forma en la que consiguen estas plantas es de sus traspatios, algunas las compran o se consiguen con vecinos o se compran con hierberos y algunas otras como la golondrina, el gordolobo, el diente de león, el árnica, la sábila, el nopal, la espinosilla y la hierba del sapo provienen de la colecta.

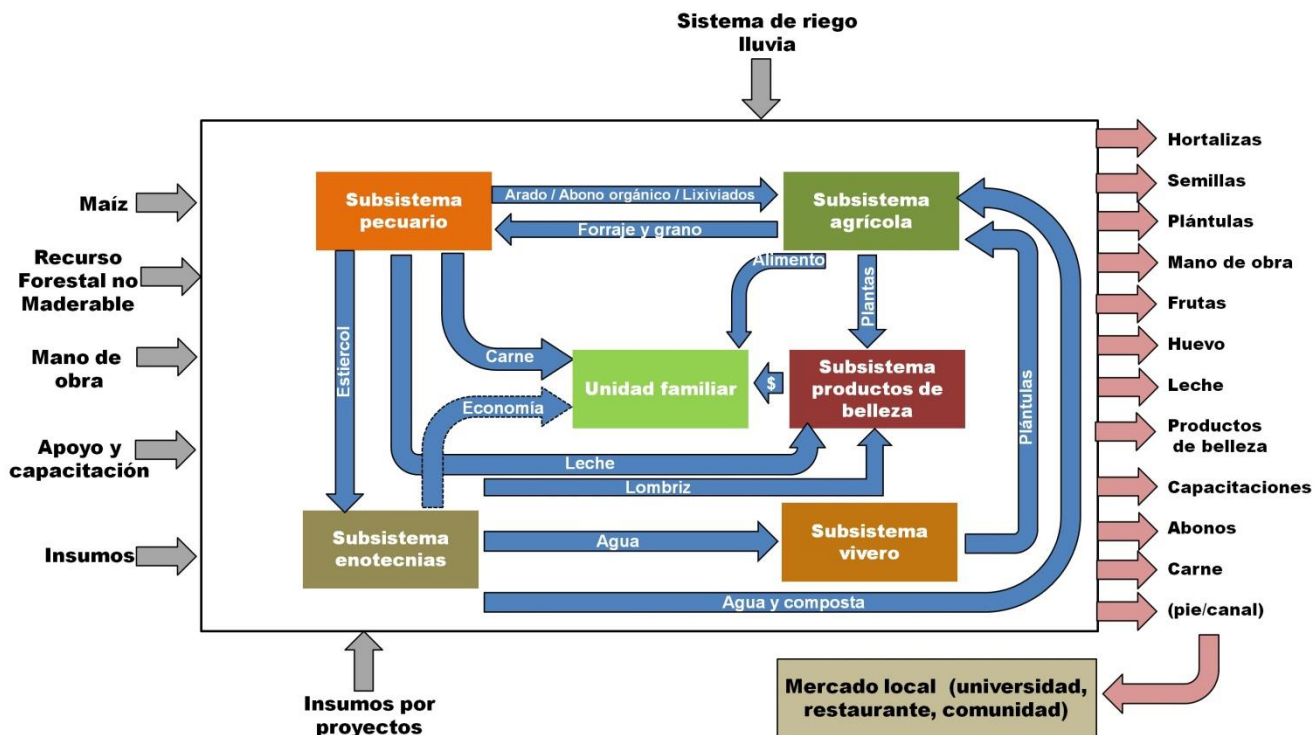


Figura 9.Diagrama de flujo del sistema de producción diversificado.

Las características generales de los sistemas de producción evaluados se resumen en la (Tabla 8).

Tabla 8. Características de los Sistemas de producción Agropecuarios evaluados en la microcuenca Buenavista, Querétaro, México, 2015.

Características del sistema Productivo	Sistema Convencional	Sistema diversificado
Características de productores Fín de la producción Cultivos manejados	Compuesto por solo el Jefe de familia, que trabaja de manera individual. Consumo familiar y los excedentes se destinan a la venta. Granos y semillas: Maíz, calabaza, frijol	Compuesto por un grupo familiar principalmente de mujeres productoras organizadas. Consumo familiar y los excedentes se destinan a la venta. Granos y semillas: Maíz, calabaza, frijol y avena. Aromáticas y medicinales: Manzanilla, Romero, Toronjil, Albahaca, Hierbabuena, Ruda, Epazote, Vaporru, Canela, Sábila y Altamiza. Frutales: Limón, Nogal, Kiwi, Guayaba, Níspero, Manzana, durazno. Hortalizas: Acelga, Perejil, Cilantro, Zanahoria, Col, Lechuga, Apio, Betabel, Rábano, Amaranto.
Tecnología empleada	Uso de semilla mejorada, agroquímicos: Gesaprím 2l/ha; Gramoxone 250kg/ha; Hierbamina 2l/ha, labranza convencional.	Uso de agrobiodiversidad, uso de semilla nativa, labranza convencional, banco de germoplasma, preparado plantas aromáticas y medicinales para plagas.
Mano de obra empleada Ecotecnias	Familiar/ mano de obra empleada alta Ninguna	familiar/ mano de obra empleada baja Biofiltro, composta, cisterna, estufa Lorena, olla solar, huerto biointensivo, banco de germoplasma.
Fertilización	Abono orgánico	Abono orgánico
Practicas de conservación de suelo/Agua/casa	Incorporación de abono orgánico.	Incorporación de abono orgánico, Abono verde, polinización abierta. Cosecha de agua con el uso de cisternas. Uso de baño seco, filtro de agua domésticas y estufas ahorradoras de leña.
Plagas	Chapulín, conchilla y ardillas.	Chapulín, chahuistle, gusano soldado y ardillas
Maleza	Correhuela, verdolaga, chayotillo, tortuguilla, quelite ledo y chotol	Aceitilla, cadillo, malva, quelite ledo y chotol
Manejo de arvenses	Herbicida: Hierbamina pala y machete	Manual: Pala y machete
Manejo de plagas	Uso de plaguicidas Sevín 80, Graxmone	Preparados con plantas aromáticas y medicinales
Producción animal	Tiene 30 Gallina, 2 caballos, 5 borregos, 7 vacas, 2 toro, 21 puercos, 20 chivos	34 Gallina, 5 borregos, 1 cabra, y 14 conejos

6.4 Puntos Críticos

Se describen los puntos críticos identificados, para ambos sistemas de producción agropecuario, así como los 13 indicadores seleccionados para evaluar su sustentabilidad. De esta manera tenemos el área de evaluación a la que pertenece cada indicador: siendo 5 del área ambiental, 3 de la social y 4 de la económica (Tabla 9).

Tabla 9. Puntos críticos, criterios diagnósticos e Indicadores medidos para la evaluación de sustentabilidad.

Atributo	Puntos Críticos convencional	Puntos Críticos diversificado
Productividad	Baja productividad de maíz	Baja productividad del maíz y alta productividad de hortalizas
Adaptabilidad	No reciben capacitaciones	Se recibe capacitación, pero falta de conocimiento en el manejo de plantas aromáticas
Resiliencia/Estabilidad/Confiabilidad	Baja diversidad de especies manejadas	Alta diversidad de especies manejadas
Autogestión	Falta de organización	Mejorar organización
Equidad	Los beneficios van a un solo beneficiario	La distribución de los beneficios es justa entre las productoras

Los puntos críticos que se pudieron identificar y relacionar con los diferentes atributos de sustentabilidad a partir de las entrevistas semiestructuradas desarrolladas se pueden observar en la (

Tabla 10).

Tabla 10. Criterios diagnósticos e indicadores de sustentabilidad para evaluar la sustentabilidad de los sistemas de producción agropecuarios en la comunidad La Carbonera, microcuenca Buenavista. Basado en Masera *et al.*, 1999.

Atributo	Criterio diagnóstico	Indicador	Método	Unidad	Área de evaluación
Productividad	Eficiencia	Ingresos netos	Encuesta	\$	E
		Rendimientos	Biomasa total	(Ton/ha)	E
		Costo - Beneficio	Encuesta	-	E
Adaptabilidad	Capacidad de cambio e innovación	Evolución del número de productores	Encuesta	N°	S
		Grado en capacidad de innovación	Encuesta	Cualitativa	S
		Capacitación de los integrantes	Encuesta	N° cap/año	S
Resiliencia Estabilidad Confiabilidad	Agrobiodiversidad	Índice diversidad	N° de especies manejadas	N° sp/ ha	A
		incidencia de plagas	Encuesta	%	A
		Calidad del suelo	Materia organica,NPK	%	A
		Uso de pesticidas y fertilizantes	Encuesta	kg/ha	A
Autogestión	Participación y organización	Grado de participación de la productoras en la toma de decisiones	Encuesta	Cualitativa	S
	Autosuficiencia	Grado de dependencia de insumos externos	Encuesta	%	S
Equidad	Distribución costo beneficio	Equidad en distribución de costos e ingresos	Encuesta	Cualitativa	E

Dentro del atributo de productividad se identificó, que los rendimientos de cultivo para la producción de maíz entre ambos sistemas no presentaron diferencias, generandose en promedio 1.5 ton/ha/ año (Figura 10) .

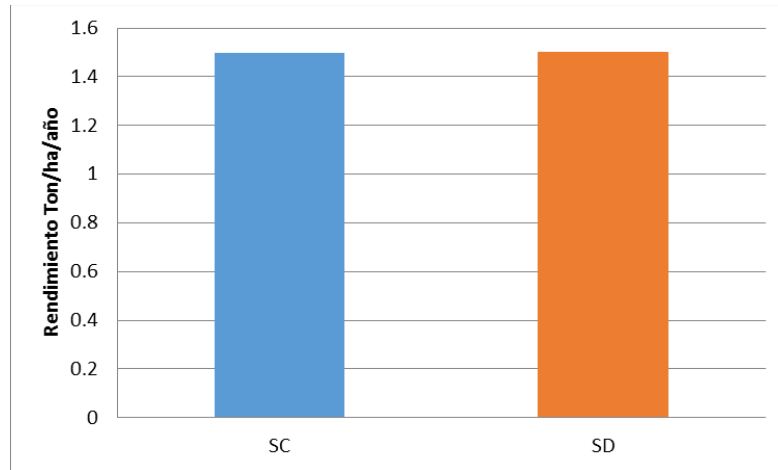


Figura 10.Valores promedio del rendimiento de maíz para Sistema convencional (SC) y Sistema Diversificado (SD)

De acuerdo a la información obtenida en las entrevistas realizadas a los productores de ambos sistemas, estos manifestaron que su producción de maíz disminuye considerablemente en los años que llueve poco. Así mismo, afirmaron que cada año son menos los productores que se dedican a esta actividad, ya que no se generan las utilidades que se esperan por la venta de la producción del maíz.

Para las productoras del sistema diversificado, el cultivo de maíz más que una actividad para generar ingresos económicos, representa una actividad que desarrollan para asegurar la alimentación de a familia y de los animales que manejan en sus parcelas.

Para los productores del sistema convencional esta actividad si representa fines económicos y de seguridad alimentaria, vendiendo el kilogramo de maíz a \$7/kg.

Si bien los rendimientos y las utilidades generadas por la producción de maíz no son esperanzadores para los productores, cabe destacar que las actividades que desarrollan las mujeres del sistema diversificado como es producción de aromáticas, venta de semillas y productos del huerto, así como la producción de productos cosméticos, y de aseo personal permiten generar una diferencia en la relación costo beneficio de estas actividades agropecuarias con respecto al sistema convencional que además de la producción de maíz, sólo desarrolla actividades pecuarias (Tabla 11.Relación beneficio/costo en los sistemas de producción evaluados.Tabla 11).

Cabe mencionar que a partir del plan de negocios de las plantas aromáticas desarrollado por las mujeres del sistema diversificado, se pudo inferir una alta rentabilidad de éstas, constituyéndose en una fuerte ingreso para la economía familiar, generando utilidades de \$27,010 en la primera temporada (Tabla 7).

Tabla 11.Relación beneficio/costo en los sistemas de producción evaluados.

Gastos de producción	Sistema convencional	Sistema Diversificado
Inversión	\$5.767.5	\$2.582.3
Venta	\$6.537	\$6.155.8
Ganancia	\$769.50	\$3.573.5
Relación Beneficio/Costo	1.1	2.6

Para los atributos de Resiliencia, estabilidad y confiabilidad se tuvo en cuenta el criterio de agrobiodiversidad, evaluándose el uso de pesticidas, el número de cultivos manejados, la incidencia de plagas, así como la calidad del suelo en términos de materia orgánica y de algunos elementos como sodio, nitrógeno y fósforo.

En el sistema convencional sólo se identificó el manejo del policultivo: Maíz, calabaza y frijol. Para el sistema diversificado se identificó una variedad de 32 cultivos manejados que incluyen semillas, aromáticas, frutales y hortalizas (Tabla 12)

Tabla 12. Especies encontradas en los sistemas de producción convencional y Diversificado.

Sistema Diversificado		Sistema convencional	
Nombre científico	Nombre común	Nombre científico	Nombre común
<i>Zea mays</i>	Maíz	<i>Zea mays</i>	Maíz
<i>Phaseolus</i>	Fríjol	<i>Phaseolus</i>	Fríjol
<i>Cucurbita sp</i>	Calabaza	<i>Cucurbita sp</i>	Calabaza
<i>Avena sativa</i>	Avena		
<i>Beta vulgaris subsp. vulgaris</i>	Acelga		
<i>Petroselinum crispum</i>	Perejil		
<i>Coriandrum sativum</i>	Cilantro		
<i>Daucus carota subsp. sativus</i>	Zanahoria		
<i>Brassica oleracea var. capitata</i>	Col		
<i>Lactuca sativa</i>	Lechuga		
<i>Amaranthus sp</i>	Amaranto		
<i>Apium graveolens</i>	Apio		
<i>Beta vulgaris</i>	Betabel		
<i>Raphanus sativus</i>	Rábano		
<i>Matricaria chamomilla L.</i>	Manzanilla		
<i>Calendula officinalis L.</i>	Caléndula		
<i>Rosmarinus officinalis L.</i>	Romero		
<i>Ocimum basilicum</i>	Albahaca		
<i>Agastache mexicana (Kunth) Lint & Epling</i>	Toronjil morado		
<i>Mentha spicata</i>	Hierba buena		
<i>Dysphania ambrosioides</i>	Epazote		
<i>Plectanthus Oloroso</i>	Vaporru		
<i>Thymus sp</i>	Tomillo		
<i>Origanum vulgare</i>	Orégano		
<i>Cinnamomum verum</i>	Canela		
<i>Aloe vera</i>	Sábila		
<i>Prunus sp</i>	Durazno		
<i>Eriobotrya japonica</i>	Níspero		
<i>Carica papaya</i>	Papaya		
<i>Citrus sp</i>	Limón		
<i>Psidium guajava</i>	Guayaba		

Con respecto a la calidad del suelo, según la Norma Nacional de Suelos para México NOM-021 a partir de los resultados obtenidos de los análisis se puede inferir que el sistema de producción convencional presentó mayores resultados en los diferentes parámetros evaluados, sin embargo estos valores no fueron significativamente diferentes ($p > 0.05$) (Tabla 13). A continuación se detalla para cada parámetro:

Tabla 13. Análisis de la calidad del suelo (materia orgánica e índice NPK) en los suelos de los sistemas de producción evaluados.

Sistemas Agropecuarios	Materia Orgánica	Nitrógeno	Fósforo	Potasio
Sistema de Producción Convencional	3.29±1.39	12.76±3.97	24.3±5.39	0.25±0.15
Sistema de Producción Diversificado	3.15±0.31	8.9±2.35	15.1±7.40	0.55±0.16

Los niveles de materia orgánica, fueron ligeramente mayores para el sistema de producción convencional con respecto a sistema de producción diversificado. Sin embargo, estas diferencias no fueron significativamente diferentes ($p > 0.05$) (Figura 11) (Tabla 13).

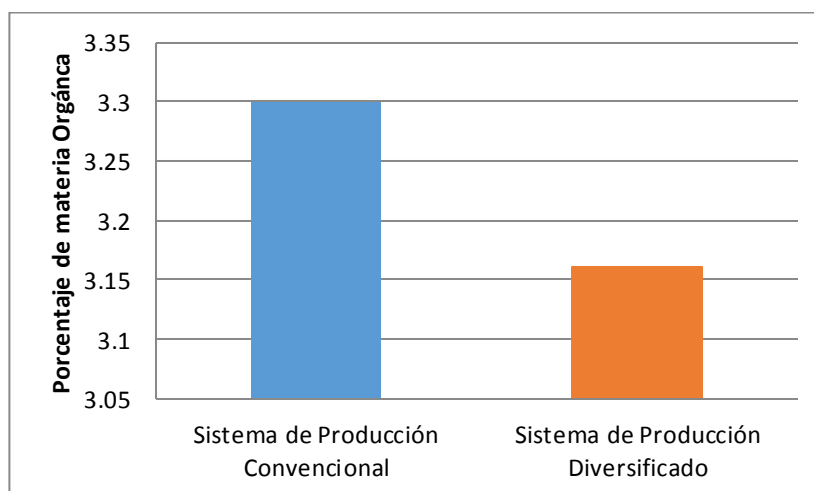


Figura 11. Porcentaje de materia orgánica en los sistemas de producción evaluados.

Según la categorización de la NOM- 021 para materia orgánica ambos sistemas se encuentran dentro de la categoría de muy bajos (Tabla 14).

Tabla 14. Valores de referencia para clasificar la concentración de materia orgánica en suelos minerales y volcánicos se presenta en la siguiente tabla. (NOM-021-RECNAT-2000).

Clase	Materia Orgánica (%)	
	Suelos Volcánicos	Suelos No volcánicos
Muy Bajos	<4.0	<0.5
Bajo	4.1-6.0	0.6-1.5
Medio	6.1-10.9	1.6-3.5
Alto	11.0-16.0	3.6-6.0
Muy Alto	>16.1	>6.0

Los niveles de nitrógeno total fueron mayores para el sistema convencional, sin embargo estas diferencias no son significativas entre ambos sistemas de producción ($p > 0.05$) (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**) (Tabla 13).

Figura 12. Concentración de nitrógeno total en los sistemas de producción.

Según la categorización de la NOM- 021 para el parámetro de Nitrógeno, el sistema de producción convencional presenta niveles bajos y el sistema de producción diversificado se encuentra en la categoría de niveles muy bajos de nitrógeno (Tabla 15).

Tabla 15. Clasificación de fertilidad de suelos en función del nitrógeno inorgánico (NOM-021-REC/NAT-2000).

Categoría	Valor (%) de N en suelo
Extremadamente pobre	<0.032
Pobre	0.032-0.063
Medianamente pobre	0.064-0.095
Medio	0.096-0.126
Medianamente rico	0.127-0.158
Rico	0.159-0.221
Extremadamente rico	>0.221

Los niveles de fósforo total fueron mayores para el sistema convencional, sin embargo estas diferencias no son significativas entre ambos sistemas de producción ($p > 0.05$) (Figura 13) (Tabla 13).

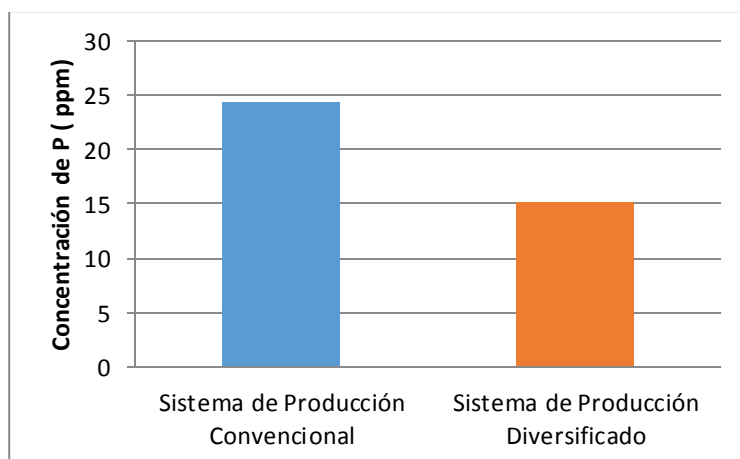


Figura 13. Concentración de Fósforo total en los sistemas de producción.

Según la categorización de la NOM- 021 el sistema de producción convencional presentan niveles moderadamente altos de fósforo y el sistema de producción diversificado presenta niveles medios para el mismo parámetro (Tabla 16).

Tabla 16. Criterios para determinar la calidad de un suelo en cuanto a su contenido de fósforo. (NOM -021-RECNAT-2000).

Clase	mg Kg-1 de P
Bajo	<5.5
Medio	5.5-11
Alto	>11

En cuanto a los niveles de potasio, el sistema de producción diversificado presentó mayores valores de concentración; sin embargo esta diferencia no fue significativa entre ambos sistemas de producción ($p > 0.05$) (Figura 14) (Tabla 13).

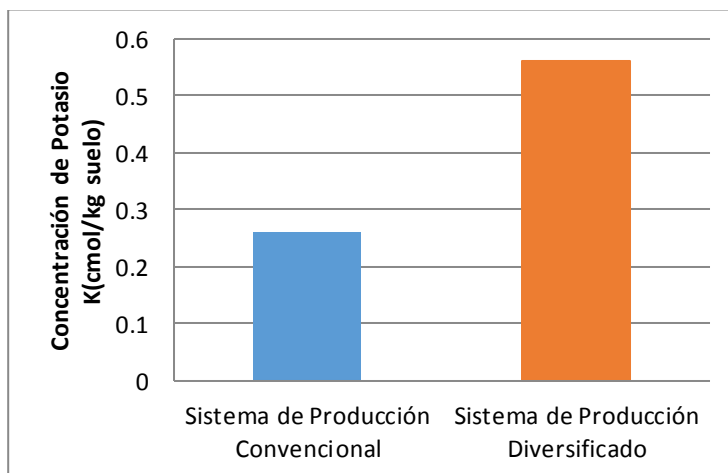


Figura 14. Concentración de Potasio en los sistemas de producción evaluados.

Según la Nom-021 el sistema de producción convencional se encuentra en la categoría de niveles bajos de potasio y el sistema de producción diversificado en la categoría de niveles medios de potasio (Tabla 17).

Tabla 17. Valores de referencia para clasificar la concentración de potasio en suelos. (NOM-021-RECNAT-2000).

Clase	K
Muy Baja	<0.2
Baja	0.2-0.3
Media	0.3-0.6
Alta	>0.6

Para el atributo de equidad, el sistema de producción diversificado presentó en éste aspecto un alto valor de sustentabilidad, debido a que los costos e ingresos económicos se distribuyen de manera equitativa entre las participantes, generando entre las productoras las mismas oportunidades para invertir y ganar utilidades (Tabla 19)

Para el atributo de autogestión se identificó a través de las entrevistas una falta de organización de los productores del sistema convencional, ya que estos trabajan de manera independiente e individual y tampoco reciben asesorías técnicas o administrativas para el desarrollo de sus actividades agropecuarias.

Para el caso de las mujeres productoras, que se han consolidado como grupo y esto ha generado un mayor nivel de organización, confianza entre ellas, que les ha permitido participar en diversas capacitaciones hacia las actividades que desarrollan, fortalecer sus conocimientos y con esto generar autoconfianza, generando en el grupo mayores niveles de participación, trabajo colectivo y autonomía al momento de tomar decisiones dentro del grupo. Todo esto influye de manera directa en la capacidad autosostenible del sistema que han desarrollado y que sin duda se ha fortalecido con la relación familiar que existe entre ellas.

Con respecto al uso de insumos, las productoras del sistema de producción diversificado no agregan insumos químicos a sus cultivos y por el contrario aplican abonos verdes, a partir de los subproductos agrícolas y compostas producidos por ellas mismas a partir de las excretas de los animales.

Para el caso del sistema convencional, también hacen uso de compostas para fertilizar el suelo, sin embargo para esta actividad los productores expresaron tener un gasto significativo en gasolina, ya que deben transportar semanalmente el abono hacia la zona de cultivo, debido a que este se genera en una parcela diferente. Para el control de plaga y maleza emplean insumos químicos, siendo este sistema dependiente también de estos insumos, mientras que el sistema diversificado controla la maleza de manera manual, entando que para la plaga no tienen algún control (Tabla 18).

Tabla 18. Dependencia de insumos externos para los sistemas de producción.

Insumos Externos	Porcentaje de dependencia	
	Sistema Convencional	Sistema Diversificado
Herbicidas	25	0
Plaguicidas	25	0
Gasolina	20	0
Fertilizantes		
Insumos para productos cosméticos	0	30
% Total de dependencia	70	30
% Total de independencia	30	70

El atributo de adaptabilidad hace referencia a las capacitaciones que reciben los integrantes de cada sistema que permitan mejorar sus sistemas productivos, así como la evolución del número de productores. En ése sentido, los productores del sistema convencional, dice no recibir capacitaciones y que con el tiempo el número de personas que se dedicaban a las labores del campo han disminuido, algunos porque han vendido sus tierras y otros porque con las remesas que reciben de sus familiares de los Estados Unidos, suplen sus necesidades básicas.

En cuanto a las productoras del sistema diversificado, ellas han recibido capacitaciones sobre la importancia del manejo de los recursos naturales, practicas de conservación, cultivo de hortalizas, desarrollo de proyectos que les han permitido autogenerarse ingresos, sobre el cultivo de plantas aromáticas y su diferentes usos tanto a nivel medicinal como cosmético. Todas las capacitaciones han fortalecido los conocimientos que han heredado las productoras de genrecaiones anteriores con lo cual se ha rescatado el saber local.

6.5 Medición y monitoreo de los indicadores:

El sistema de producción convencional presentó un valor de sustentabilidad de 26% mientras que el diversificado de 70 %. De esta manera se puede inferir que el sistema diversificado presenta una tendencia hacia la sustentabilidad, superando al sistema de producción convencional en indicadores como capacidad de innovación, ya que la

productoras han estado en un proceso constante de capacitaciones con un promedio anual de 8 capacitaciones, con lo cual han adquirido y desarrollado capacidad de cambio e innovación en sus actividades agropecuarias.

Han desarrollado un sistema de policultivos con un total de 32 especies manejadas en la parcela, presentando así un alto índice de diversidad. Este sistema de policultivos, asociado a prácticas agroecológicas funciona como una estrategia de manejo que permite regular las plagas debido a que favorece la presencia de depredadores (Altieri et al., 2010; Gliessman, 2007), influyendo directamente en un menor o nulo uso de pesticidas y por tanto de un menor grado de dependencia de insumo, que para el sistema diversificado correspondió al 30% y para el sistema convencional 70%.

El sistema convencional obtuvo valor de cero para indicadores como evolución del número de productores, capacitación del productor, índice de diversidad, grado de participación de los productores en la toma de decisiones y uso de pesticidas y fertilizantes, lo cual indica que éste es insustentable en estos indicadores (Tabla 19).

Dentro de este análisis se pueden identificar los indicadores más y menos fortalecidos para ambos sistemas de producción agropecuarios. En este sentido, el indicador menos fortalecido para el área ambiental, lo obtuvo el sistema agropecuario convencional con un valor de (0%), para el para el indicador índice de diversidad ya que en esta parcela, sólo se manejan tres especies (Tabla 12). El indicador más fortalecido de ésta área de evaluación correspondió al uso de pesticidas y fertilizantes químicos para el sistema diversificado (100%), donde no se implementa ningún agroquímico para la preparación de la tierra (Tabla 19).

Con respecto al área social, se identificaron tres indicadores como los menos fortalecidos para el sistema agropecuario convencional con valores de (0%), que son evolución del número de productores, capacitaciones recibidas al año y grado de participación en la toma de decisiones. En tanto que el indicador más fortalecido dentro de esta área fue para el sistema agropecuario diversificado con el indicador, grado de participación de las productoras en la toma de decisiones con valor de sustentabilidad de (100%).

Del área económica el indicador menos fortalecido fue para el sistema agropecuario convencional, con el indicador, relación costo/beneficio, el cual alcanzó un valor de sustentabilidad de (6%). En contraste para esta misma área de evaluación, el sistema agropecuario diversificado obtuvo el indicador más fortalecido, equidad en la distribución de costos e ingresos, con valor de sustentabilidad de (100%) (Tabla 19).

Tabla 19. Definición de los intervalos de referencia y valores estandarizados de los indicadores de sustentabilidad de los sistemas de producción Agropecuarios.

Indicadores	Unidades	Agroecosistemas			Intervalo de referencia		Intervalo estandarizado	
		Dirección	SC	SD	Vmin	Vmáx	SC	SD
Ingresos netos	\$	max	6537	6155	1500	9000	67	62
Rendimientos	Ton/ha	max	1.5	1.5	1	2	50	50
Costo – Beneficio		max	1.1	2.5	1	2.6	6	94
Evolución del número de productores	N°	max	3	4	3	6	0	33
Grado en capacidad de innovación	%	max	30	50	0	100	30	50
Capacitación de los integrantes	N° cap/año	max	3	8	3	10	0	71
Índice diversidad	N° cultivo/ ha	max	3	32	3	33	0	97
incidencia de plagas	%	min	30	30	5	50	44	44
Calidad del suelo	%	max	45.6	52	12.5	100	37.8	45
Uso de pesticidas y fertilizantes químicos	Kg/ha	min	0.5	0	0	1	50	100
Grado de participación de la productoras en la toma de decisiones	Cualitativa	max	Muy bajo	Muy alta	Muy Baja	Muy alta	0	100
Grado de dependencia de insumos externos	%	min	70	30	0	100	30	70
Equidad en distribución de costos e ingresos	Cualitativa	max	Baja	Muy alta	Muy Baja	Muy alta	25	100
Sustentabilidad Total							26	70

Nivel de sustentabilidad por atributos

En este análisis por atributo, también se puede identificar que el sistema convencional obtuvo menores valores de sustentabilidad con respecto al sistema de producción diversificado (Figura. 14).

De esta manera se tiene que para el atributo de productividad, el sistema convencional presentó un valor de 41% y el sistema diversificado presentó un valor de sustentabilidad del 68.66%.

Para el atributo de adaptabilidad el sistema convencional alcanzó un nivel de sustentabilidad del 10% siendo superado en los tres indicadores por el sistema agropecuario diversificado que presentó un valor de 51.33%.

En cuanto al atributo Resiliencia/Estabilidad/Confiabilidad, se obtuvo un valor de 32.95% para el sistema convencional y de 71.5 para el sistema diversificado.

Para este atributo, en ambos sistemas de producción los productores reconocen un mismo porcentaje de pérdida por incidencia de plagas (44%), aún a pesar de que en cada sistema el manejo de éstas se lleva a cabo de manera distinta. Es así que para el sistema convencional hacen uso de plaguicidas como sevín 80, gramoxone, gesaprín y hierbamina. En tanto que para el sistema diversificado no hay un manejo de plagas establecido y ocasionalmente aplican preparados con plantas aromáticas y medicinales para ahuyentar a la plaga.

En relación al atributo de autogestión, el sistema convencional presentó un valor de sustentabilidad de 15% ya que presenta un grado de independencia de insumos de 30% debido a la compra de la semilla mejorada, alimento para los animales, gasolina y agroquímicos para el control de maleza y plagas (Tabla 18). Aunado a esto se tiene que este grupo de productores no están organizados, de tal manera que cada agricultor es libre y autónomo de tomar decisiones con respecto a su sistema de cultivo haciéndose más elevados sus costos de producción.

En tanto el sistema diversificado presentó un valor cercano a la sustentabilidad con valor de (85%) ya que hay una participación equitativa en la toma de decisiones por parte de las productoras y así mismo existe una mayor independencia de insumos del exterior, ya este sistema es capaz de generar internamente sus propios insumos (semillas, abonos, alimentos) y recursos organizativos para asistencia a cursos, capacitaciones y elaboración de sus productos de belleza.

Finalmente, con respecto al atributo de Equidad el sistema convencional obtuvo un valor de sustentabilidad de (25%), ya que es el jefe del hogar quien toma las decisiones de las labores desarrolladas y es quien decide cómo invertir el dinero recibido de la remesa en las actividades agropecuarias.

De manera contraria, el sistema diversificado obtuvo resultados óptimos de sustentabilidad con valor del 100% , debido a una distribución equitativa entre las productoras de los costos y beneficios que se generan del sistema de producción.

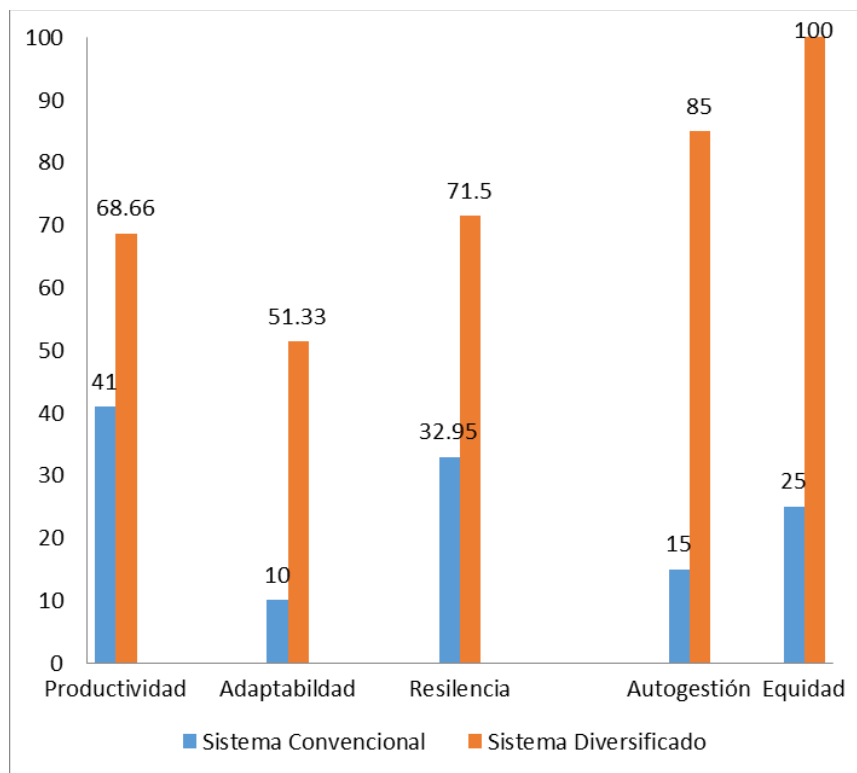


Figura 15. Porcentaje de sustentabilidad por atributo de los sistemas de producción agropecuarios (Diversificado y convencional) en la microcuenca Buenavista.

Nivel Sustentabilidad por área de evaluación

Finalmente estos resultados, fueron congruentes con los obtenidos por área de , siendo el sistema de producción diversificado el que presentó mejores valores de sustentabilidad con respecto al sistema convencional.

De este modo se obtuvo para el sistema de producción convencional 32.95% de sustentabilidad en el área ambiental, 37% para el área económica y 12% en el área social. En tanto que el sistema de producción diversificado obtuvo un porcentaje de sustentabilidad

de 58.25% en el área ambiental, 76.5% para el área económica y 64.8% en el área social (Figura 16).

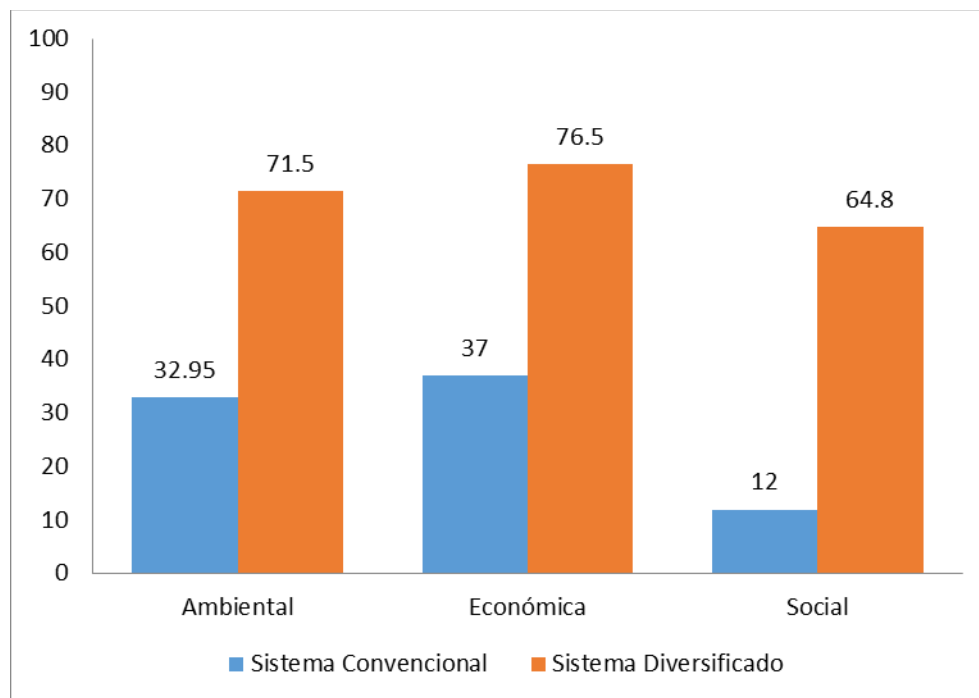


Figura 16. Se presentan las áreas ambiental, económica y social de los sistemas de producción agropecuarios (Diversificado y convencional) en la microcuenca Buenavista.

6.6 Integración de resultados:

Una vez se obtuvieron los resultados de los 13 indicadores de las tres áreas evaluadas, estos se integraron en una gráfica amiba, lo cual permitió emitir un juicio de valor sobre la sustentabilidad de los sistemas de producción agropecuarios evaluados (Figura 17).

De esta manera basándose en los resultados que muestra la Figura 17, el sistema convencional, obtuvo seis indicadores con niveles muy bajos de sustentabilidad, que corresponden a relación costo beneficio, evolución de los productores, capacitación de los integrantes, índice de diversidad y grado de participación de los productores en la toma de

decisiones. Así mismo obtuvo cinco indicadores con niveles bajos de sustentabilidad, los cuales corresponden a grado en capacidad de innovación, incidencia de plagas, calidad del suelo, independencia de insumos y equidad en la distribución justa de costos y beneficios e ingresos.

Finalmente obtuvo tres indicadores en niveles medios de sustentabilidad, como son ingresos netos, rendimientos y usos de pesticidas y fertilizante. Este sistema no obtuvo indicadores en niveles altos o muy altos de sustentabilidad..

Por su lado, el sistema de producción diversificado mantiene 5 de los 13 indicadores evaluados en un estado de muy alta de sustentabilidad (equidad en la distribución justa de costos e ingresos, grado de participación de las productoras en la toma de decisiones, uso de fertilizantes y pesticidas químicos, índice de diversidad y relación costo beneficio) con valores cercanos a 100%. Así mismo obtuvo valores entre 50- 74 % de sustentabilidad correspondiente a niveles medios, como son los indicadores de rendimientos, grado en capacidad de innovación, capacitación de las integrantes, grado de independencia de insumo e ingresos netos.

Finalmente, se obtuvieron tres indicadores se encuentran con valores de sustentabilidad entre el 25-49% en estado bajo de sustentabilidad, como son evolución del número de productoras, calidad del suelo e incidencia de plagas por lo cual hay que fortalecer 3 indicadores para elevar el estado de sustentabilidad del sistema diversificado. Para este sistema de producción no se identificaron indicadores con niveles muy bajos de sustentabilidad.

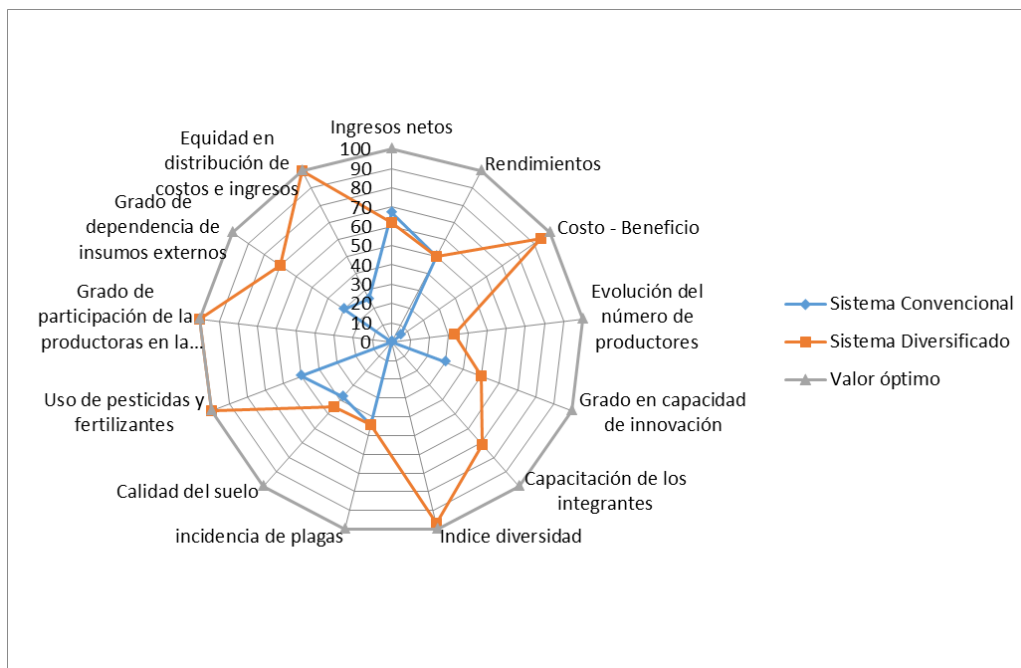


Figura 17. Diagrama Amiba que muestra de manera integrada los indicadores de sustentabilidad evaluados para los sistemas de producción agropecuarios (Diversificado y convencional) en la microcuenca Buenavista.

7. DISCUSIÓN

Sí analizamos los resultados de acuerdo a las dimensiones de sustentabilidad, se puede afirmar que el sistema de producción diversificado fue más sustentable en todas las dimensiones (ambiental, económica y social). De este modo se obtuvieron valores del 32.95%, 37% y 12% para el sistema convencional y 71.5%, 76.5% y 64.8% para el sistema diversificado.

Los resultados por atributos de sustentabilidad mostraron que el sistema de producción diversificado superó al sistema de producción convencional en los atributos de productividad, Adaptabilidad, Resiliencia, Autogestión y Equidad con valores de 68.6%, 71.5%, 85 % y 100% respectivamente.

Dentro de éste análisis es relevante destacar la importancia de la interrelación que existe entre los diferentes atributos e indicadores que los integran. Por ejemplo, la

diversidad del paisaje agrícola, manejado por el sistema diversificado es un indicador del papel que juega el sistema en la conservación de la biodiversidad, que además representan implicaciones positivas a nivel económico, nutricional y ecológico, ya que favorece a la generación de mayor variedad de productos para la venta, la alimentación familiar y así mismo el reciclaje de nutrientes, de modo que es otro indicador de la eficiencia ecológica del sistema (Moya et al., 2003).

Esto concuerda con lo reportado por Priego-Castillo et al. (2009) y demuestra en este sentido la mayor eficacia ecológica del sistema diversificado sobre el convencional. Esto se soporta en la variedad de cultivos manejados (hortalizas, árboles frutales, semillas, aromáticas y medicinales), y la integración de insumos biológicos propios de la parcela para los procesos productivos (siembra, alimentación de animales), respetándose los ciclos de la naturaleza y generando alimentos con los que han diversificado su dieta alimenticia (nopal, acelga, betabel).

Además del uso de las especies nativas como sangregado (*Jatropha dioica*), árnica (*Heterotheca inuloides* Cass.) Toronjil morado (*Agastache mexicana* (Kunth) Lint & Epling), Nopal (*Opuntia* sp.) Toloache (*Datura inoxia* Miller) incide en la recuperación de la agricultura y también favorece a que se valore, conserve y utilice la biodiversidad que poseen en los distintos subsistemas. Esto en términos de sustentabilidad se refleja en una menor dependencia de insumos externos, lo cual de manera directa también favoreció el alto valor de sustentabilidad alcanzado para el atributo de Autogestión.

Esta alta biodiversidad tal como menciona (Sans, 2007) constituida por un mosaico de elementos, por una serie de flujos (materiales, energía, organismos, etcétera.) en interacción con el uso local de los recursos propios de la cultura rural genera una complejidad y estabilidad de estos sistemas de producción. Siendo estos elementos la base para una gestión sostenible de los sistemas de producción y el diseño de prácticas que

mantengan o aumenten la fertilidad, la productividad y la calidad de las producciones y regulen las poblaciones de las plagas.

Para el atributo de adaptabilidad el sistema de producción diversificado presentó mayor estado de sustentabilidad comparado con el sistema convencional. Esto es producto de las capacitaciones recibidas por las productoras (8 capacitaciones por año) y que aunado al conocimiento que tienen de su entorno y su capacidad de innovación, les ha permitido usar de manera más eficiente el espacio para producir determinados cultivos, con lo cual diversifican el sistema, suplen sus necesidades agroalimentarias y comercializan los excedentes.

Es válido mencionar que en este aspecto la Universidad Autónoma de Querétaro ha establecido un puente para que el grupo de productoras reciba capacitaciones a través de otras instituciones, lo cual es un indicador de riqueza en términos institucionales, y que en la medida que estas instituciones se comprometan a la capacitación, el sistema se aproxima más a la capacidad de mantener características de sistemas sustentables.

Al respecto (Priego-Castillo et al.,2009) destaca que los niveles de organización y gestión en sistemas de producción de cacao orgánico, permitieron acceder a muchos beneficios institucionales disponibles. Así mismo (Pérez-Grovas,2000) y (Gomes de Almeida y Bianconi,2005) mostraron de manera general una preponderancia de la dimensión social al comparar sistemas de manejo alternativo (agroecológicos, orgánicos, diversificados) contra sistemas de manejo convencional.

Vale la pena mencionar que dentro de este atributo, para el indicador evolución de los productores no se obtuvieron resultados positivos en ambos sistemas, debido a que con el tiempo ha decrecido el número de productores en cada uno de ellos y cada día son menos las personas que se dedican a las labores de la tierra (30% de la población), situación

común en otras regiones de México en condiciones semejantes (Moya et al., 2003) lo cual también incide en los elevados precios de producción de sus cultivos.

Si bien hoy en día el número de productoras se redujo para el sistema diversificado en más del 50 por ciento, vale la pena destacar que las labores desarrolladas por estas tienen un fuerte impacto a nivel social, ya que cubren actividades educativas con escuelas y universidades enseñando como funciona su sistema, que han venido diversificando a través del aprendizaje obtenido de los diferentes talleres que han recibido y del rescate de las prácticas y saberes locales, con lo cual han podido entrar en el mercado local, coexistir con otras formas contemporáneas de agricultura y hacer sostenible en el tiempo su forma de producción.

Esto implica también la capacidad de autogestión y autorganización que tienen las productoras como grupo de trabajo, ya que a través de esta manera de producción han posibilitado el desarrollo de su propia empresa productora de productos cosméticos y de plantas aromáticas y medicinales que impulsan formas de asociación propias para la autogestión comunitaria, y que contribuye al desarrollo económico de la microcuenca y mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes.

Otro factor a favor del sistema diversificado es que la mayor parte de la mano de obra es familiar, específicamente de las mujeres de la unidad familiar. En este aspecto (Gomes de Almeida y Bianconi, 2005) y (Soares et al., 2005), reportaron que la participación intensiva de la mujer dentro de la unidad familiar de producción ha generado un marcado cambio en las relaciones interfamiliares y de gestión del trabajo, y que ha permitido su aceptación como productora en el desarrollo de la unidad de producción y contribuyente de la economía familiar. Además que esta labor de la mujer beneficia al sistema porque hace posible que se siga transmitiendo estos conocimientos a nuevas generaciones, y por tanto es un medio para conservar la tradición y los saberes locales dentro de esta comunidad.

Esto en términos de Resiliencia se puede decir que es una capacidad fortalecida, donde la capacidad de un grupo se mantiene sobre todo cuando hay relaciones familiares, que va más allá de relaciones por afinidades técnicas, ya que el tejido social que las une es más fuerte, como es el núcleo familiar. Hay capacidades que se van perdiendo con el tiempo porque no están enlazadas a otras redes sociales. En este sentido, los grupos que se conforman deben estar basados en individuos que tienen relaciones sociales fuertes, que vayan más allá de si cultivan o no.

El sistema de producción diversificado presentó un mayor estado de sustentabilidad para el atributo de productividad, lo cual coincide con lo referido por Acevedo (2000) y Altieri y Nicholls (2005) quienes sustentan que los sistemas de producción con enfoque agroecológico, que en éste caso corresponde al sistema de producción diversificado pueden tener iguales o mejores rendimientos que los sistemas convencionales con la ventaja de que los procesos se desarrollan sin deteriorar los recursos naturales y sin implementar insumos químicos que generan un costo adicional a la producción, como sucede en el sistema convencional que implementan el uso de agroquímicos para el control de plagas y maleza.

7.1 La microcuenca como unidad de gestión de los recursos naturales

Cuando se busca conciliar e integrar objetivos comunes de producción y protección de los recursos naturales tomar la microcuenca como ámbito de planificación de las acciones resulta ser la mejor para generar cambios en los sistemas de producción y el manejo de los recursos.

En este sentido, la microcuenca Buenavista, puede ser considerada como el espacio idóneo para desarrollar proyectos relacionadas con la recuperación del suelo, captación de agua, cobertura vegetal, valorización del saber local con el objetivo de alcanzar a corto o mediano plazo niveles de sustentabilidad aceptable de los sistemas de producción que se manejan y los diferentes medios de vida.

Tomar la microcuenca como ámbito de planificación presenta las siguientes ventajas:

- ✓ Favorece una mayor conciencia sobre la necesidad de promover cambios en la propia forma de actuar. Esto es debido a que cuando hay un proceso de

planificación por microcuenca se modifica la percepción de los individuos y de la comunidad sobre las interacciones existentes entre la producción (uso y manejo de los recursos por el ser humano) y el comportamiento de los recursos naturales utilizados para la producción (suelo, agua, bosques).

- ✓ La microcuenca permite que tanto quienes usan el agua de la cuenca (población, actividades de ganadería, riego, etc.), como quienes la aprovechan de afuera (población de los pueblos, y ciudades, industrias, etc.) perciban la relación estrecha que tienen con las personas usuarias directas de la tierra, a través del agua. La percepción de esta relación es fundamental para sentar los principios de pagos por servicios ambientales a escala local.
- ✓ Aunque la microcuenca no sea un requisito para la organización, ella posibilita y facilita el establecimiento de un proceso productivo organizado, como es el caso de la productoras “Mujeres y ambiente” para generar una escala de producción de calidad con acceso a mercados locales. Este tipo de organización depende de factores tales como: conservación, uso y manejo compartido del agua, relación de cooperación para solucionar problemáticas comunes como transporte, mejoramiento de caminos, compra de insumos para la elaboración de productos, así como la construcción y mantenimiento de infraestructura productiva compartida (represas, cisternas, sistema de riego, invernaderos para la producción de plantas aromáticas y medicinales, etc.), entre otros.
- ✓ La microcuenca facilita la interacción directa entre las partes interesadas locales (Instituciones- comunidades). En este sentido, un factor clave que ha favorecido este enfoque de cuencas ha sido el acompañamiento continuo de la Universidad Autónoma de Querétaro, que desde lo institucional ha sido un puente entre las campesinas y otras instituciones (Empresa Provital-SERARNAT), y que además con su participación en este proceso han capacitado a las campesinas en diversas áreas, contribuyendo al aumento de sus conocimientos, mejorar sus capacidades de decisión y organización para

buscar e implementar proyectos productivos adecuados a las condiciones ambientales de la microcuenca. Así, puede optimizarse el uso de los recursos humanos, materiales y financieros en las labores de extensión, investigación, fomento y desarrollo en general.

- ✓ La microcuenca facilita el enlace urbano- rurales. Hacia adentro, se complementa con la parcela (familia) y comunidad (estructura social); hacia afuera, se complementa con ámbitos naturales, como la subcuenca y cuenca o ámbitos político-administrativos, como los municipios y departamentos.

Al tomar la microcuenca como un espacio de planificación y ejecución de acciones, no se elimina la escala de parcela de este proceso. La parcela sigue siendo la unidad primaria de toma de decisión en el medio rural y toda acción que se planifica es efectivamente implementada a este nivel. Esto implica que todo lo que se proyecta a nivel de la microcuenca es acorde a decisiones comunales de los productores, para dar solución a problemáticas colectivas, que permitan generar procesos de cambio dentro de sus parcelas de producción.

Éste proceso dentro de la microcuenca, ha sido producto de un largo proceso de construcción y aprendizaje conjunto entre las campesinas, instituciones públicas y privadas, donde la relación de las campesinas y los recursos de la microcuenca se han modificado para un manejo sostenible en el tiempo, mejorando su condición social a partir del trabajo familiar colectivo.

Este trabajo a nivel de microcuenca, ha permitido desarrollar capacidades de organización, gestión y participación entre las mujeres que integran el grupo, para gestionar recursos, desarrollar proyectos productivos que dan respuestas a problemáticas comunes, mediante la acción colectiva.

Tomar decisiones e implementar acciones compartidas a nivel de microcuenca requiere organización. Por lo cual, la organización debe ser vista como un instrumento para alcanzar objetivos comunes que sirve facilitar o mejorar las condiciones de producción, comercialización y vida de la personas.

En este aspecto, las productoras de la comunidad La Carbonera, se han organizado como grupo cimentando sus actividades en el trabajo coordinado, acuerdos al interior del grupo, asesorías técnicas, desarrollo de capacidades organizativas y de gestión; características, que hacen de estas campesinas un grupo líder a seguir para otros productores de la microcuenca como una opción de manejo más eficiente de los recursos y de un desarrollo rural sustentable.

Estas capacidades les han permitido recuperar espacios naturales, incluir nuevas tecnologías para el mejoramiento de las condiciones productivas con lo cual maximizan los beneficios económicos y aminorar las pérdidas ambientales que estos pudieran generar.

De todo este proceso, que tuvo inicio en el año 2003 se han logrado avances importantes a nivel parcela, gracias a la participación de las integrantes en acciones como la construcción del huerto biointensivo, que ha permitido diversificar y mejorar la alimentación de la familia, obtener un ingreso económico con la venta de semillas y hortalizas; el uso de la estufa Lorena, con lo cual han disminuido el pago por energía eléctrica, disminuye el uso de leña, de emisiones atmosféricas y por supuesto la salud y calidad de vida de las mujeres por inhalación de humo; las prácticas de conservación de suelos, han disminuido los problemas de erosión y la generación de un banco de germoplasma que ha sido una estrategia para recuperar especies vegetales nativas, y usar estas como remedios caseros a partir del rescate del conocimiento local.

8. CONCLUSIONES

Basado en los indicadores evaluados, el sistema de producción diversificado presentó mejor nivel de sustentabilidad que el sistema de producción convencional, debido a las prácticas de agricultura tradicional complementadas con prácticas agroecológicas. Esta diferencia se muestra de manera diferenciada en el aspecto ambiental, debido a la alta diversidad del sistema, lo cual favorece la interacción entre las especies, incrementa las oportunidades de coexistencia y generalmente lleva asociado una mayor eficiencia en el uso de los recursos.

El sistema de producción diversificado, alcanzó los niveles óptimos en siete de los 13 indicadores considerados y cinco de éstos superan el 75% de sustentabilidad. En

contraparte, el sistema de producción convencional tiene un sustentabilidad baja y sólo en dos indicadores presentó niveles medios. Indicadores como índice de diversidad, dependencia de insumos, capacitación y evolución de los productores presentaron valores críticos por lo que esta actividad en el tiempo puede verse amenazada.

En este sentido los sistemas de producción diversificados se han constituido en un sistema de producción tan eficiente como el sistema convencional, con la ventaja de no usar insumos químicos, conservar los recursos naturales y respetar sus tiempos en términos de procesos ecológicos y biológicos, siendo hoy una alternativa clave que permite mejorar la calidad de vida de los habitantes de un lugar bajo el enfoque de sustentabilidad.

El MESMIS es una metodología que permite caracterizar un sistema de producción, y con esto identificar las debilidades y fortalezas de éste desde el aspecto social, ambiental, económico. En este sentido, los principales problemas identificados para ambos sistemas de producción fueron: la falta de organización, la falta de agua, presencia de plaga y la baja productividad, el encarecimiento de los insumos, el bajo precio del maíz, la venta de predios, remesas y la migración, los cuales representan amenazas para la sustentabilidad de ambos sistemas.

Sin embargo, la organización del sistema de producción diversificado, ha generado un tejido social que ha logrado permear mercados comunitarios locales, haciendo que este tipo de agricultura se fortalezca en el tiempo. Los productores del sistema de producción convencional, no tiene una organización establecida, dejando muchos productores de dedicarse a las labores del campo, debilitándose ésta actividad.

9. RECOMENDACIONES

Para hacerle frente a los factores que ponen en riesgo las actividades agropecuarias dentro de la microcuenca, se recomienda propiciar tejidos económicos locales y regionales que permitan generar ingresos regulares y en efectivo, para que la gente no se vea forzada a buscar trabajo e ingresos fuera y lejos de sus comunidades de origen de manera indefinida, lo cual ha repercutido en una dependencia creciente por las remesas de los migrantes, y que ha minado la autoridad y poder de los padre en la toma de decisiones de los hogares, y con esto que se dediquen cada vez menos a las labores de la tierra.

En este sentido el trabajo llevado a cabo por las campesinas de “Mujeres y Ambiente” puede considerarse como un proyecto bandera y por tanto a seguir, ya que involucran un sistema de subsistencia sostenible en el cual los bienes familiares y comunitarios pueden incrementarse, a través del manejo adecuado de la biodiversidad local. Esto lo han logrado con los conocimientos que tienen de su entorno, su disposición y la integración del núcleo familiar en torno a estas actividades, con lo cual generan ingresos para sus familias. Este tipo de proyecto además de representar un ingreso económico importante, también permite que la misma comunidad tome conciencia sobre las formas de uso y manejo de los recursos naturales y así mismo reconozca la importancia de mantenerlos en el tiempo .

La sustentabilidad para el sistema de producción convencional puede mejorarse con la incorporación de un manejo agroecológico que involucre el control integrado de plagas, el incremento de la diversidad de plantas, y capacitaciones técnicas que permitan al productor diversificar su sistema de producción. En este sentido el trabajo desarrollado por las campesinas de mujeres y ambiente, podría ser un modelo a seguir para el mejoramiento de la sustentabilidad de este sistema convencional.

Así mismo es necesario fortalecer el desarrollo de redes de trabajo interinstitucional, a nivel local o de microcuena, para garantizar la sustentabilidad de estos proyectos comunitarios (Muejeres y Ambiente), y a través de capacitaciones mejorar la capacidad de negociación de precios y posicionamiento de sus productos en el mercado así como las ventajas económicas que trae el trabajar a mayores escalas, entre ellas la reducción de los costos de elaboración de sus productos, y de materia prima, entre otras.

Aunado a lo anterior, es necesario la adopción de formas de organización del trabajo, que promuevan una dinámica de participación social altamente activa y propositiva, no sólo de los productores sino de todos los habitantes de la microcuena

(propietarios, arrendatarios, mujeres y jóvenes), que les permita participar de toma de decisiones, en la ejecución de los diferentes proyectos e incluso en la evaluación y seguimiento de las acciones realizadas en relación con los objetivos planteados de los diferentes proyectos que lleguen a la comunidad.

Las capacitaciones, así como el acceso a proyectos autogestivos, son factores claves que pueden incidir en que cada habitante reconozca la oferta de los recursos naturales con los que cuentan en la microcuenca, los conocimientos que tienen sobre estos, y la importancia de generar proyectos que busquen la consolidación de su tejido social mediante el uso sostenible de la biodiversidad, prácticas de conservación para la generación de empleo y el aumento de los ingresos económicos de los socios.

De este modo, la capacitación constante de los productores y sus familias es una estrategia esencial que aumenta sus conocimientos, amplía sus alternativas productivas, mejora sus capacidades en toma de decisión, pero sobretodo favorece el incremento de sus capacidades organizativas.

Metodológicamente resulta necesario realizar evaluaciones posteriores para conocer el estado en el que se encuentran los sistemas de producción, pues es importante señalar que, al ser los agroecosistemas dinámicos, los resultados de este trabajo corresponden a un contexto, espacio y escala de tiempo específico.

En sistema de producción diversificado se requiere darle continuidad al trabajo, incluyendo prácticas agroecológicas que permitan optimizar su sistema productivo en cuanto a calidad del suelo o reevaluar en qué sentido éstas practicas no están generando un mayor impacto en cuanto a características físico químicas del suelo.

10.BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar-Jiménez, C.; Tolon-Becerra, A.; Lastra-Bravo, X. (2011). Evaluación integrada de la sostenibilidad ambiental, económica y social del cultivo de maíz en Chiapas, México. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*. 1: 155-174.
- Alemán, S., Nahed, T., López, M., (2005). Evaluación de la sustentabilidad de dos sistemas de producción ovina en comunidades tzotziles. México. GIRA. Pp. 11-54.
- Altieri MA (1987) *Agroecology. The Scientific Basis of Alternative Agriculture*. Westview Press, Boulder, Colorado. 227 pp.
- Altieri, M.A. (1987). Diez tesis sobre el medio ambiente en América Latina. *Ecología* 2:1.
- Altieri MA (1991) ¿Por qué estudiar la agricultura tradicional? En *Agroecología y Desarrollo*. CLADES 1:25pp.
- Altieri MA (1991b) ¿Por qué estudiar la agricultura tradicional? En *Agroecología y Desarrollo*. CLADES. 1991. N° 1:25.
- Altieri, M.A.(1994). Base agroecológicas para una producción agrícola sustentable. *Agricultura Técnica* 54, núm. 4:371-86.
- American society of agronomy. (1989). Decisions reached on sustainable agricultura. *Agronomy News*, enero.
- Arnés, P. E. (2011). Desarrollo de la metodología de evaluación de sostenibilidad de los campesinos de montaña en San José de Cusmapa, Nicaragua. Cusmapa, Nicaragua.
- Arriaga, C. , Espinosa, A., Albarrán , B., Castelán, O., (1999). Producción de leche en pastoreo de praderas cultivadas: Una alternativa para el altiplano central. *Ciencia Ergo Sum*, Toluca, México, Universidad Autónoma del Estado de México, vol. 6, núm. 3: 290-300.
- Arteaga, J. (2015). El cultivo de plantas aromáticas y medicinales: un proyecto productivo sinérgico entre el sector privado y productoras locales de la microcuenca Buenavista. Querétaro, Santiago de Querétaro, México.
- Astier, M. (2007). Curso Internacional de Agroecología, Medellín- Colombia.
- Astier, M., Masera O., López, R., Y Pérez Agis. (2000). El marco de evaluación MESMIS y su aplicación en un sistema agrícola campesino en la región purépecha, México. Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada A.C. 19 p.
- Bakkes, J.A., G. J. Van den Born, J.C. Helder, R. J. Swart, Hope C. W. y J.D. E. Parker. (1994). An overview of environmental indicators: States of the art and perspectives, PNUMA/ rivm, Nairobi. En: *Sustentabilidad y manejo de recursos naturales en el marco de evaluación mesmis*. Masera, O. Astier, M. Santiago, R. 47. México: GIRA.

- Bello, E. (2001). Milpa y madera. La organización de la producción entre mayas de Quintana Roo. Tesis doctoral. Universidad Iberoamericana, Edo. de México, México. 193 pp.
- Becht G (1974) Systems theory, the key to holism and reductionism. *Bioscience* 24(10): 579-596
- Brunett. P. (2005). Evaluación de la sustentabilidad de dos agroecosistemas campesinos de producción de maíz y leche, utilizando indicadores. Tesis de doctorado, Universidad Autónoma de México.
- Calvente, A. (2007). El concepto moderno de sustentabilidad, Universidad Abierta Interamericana.
- Caporal FR & JA Costabeber (2004b) Agroecología: Alguns conceitos e princípios. MDA/SAF/DATER-IICA.Bibliotecaria Marilea Pinheiro Fabiao-CRB10/161. Brasília DF:
- Carabias, J. E. P. & Toledo, C. (1994). Manejo de Recursos Naturales y pobreza rural. México: UNAM/ FCE.
- Casillas, Juan (2004). El Programa nacional de microcuencas: una estrategia de desarrollo integral. 261 pp.
- Castillo Rodríguez, D.; Tapia Rodríguez, M.; Brunett Pérez, L.; Márquez Molina, O.; Terán VARELA, O.; y Espinosa Ayala, E. (2012). Evaluación de la sustentabilidad social, económica y productiva de dos agroecosistemas de producción de leche en pequeña escala en el municipio de Amecameca, México. 15 p.
- CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). (2004). Programa: “Innovación, Aprendizaje y Comunicación para la cogestión adaptativa de cuencas” – FOCUENCAS II: Propuesta para una segunda fase. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 86 p.
- CATIE <http://slideplayer.es/slide/3075629/> 7 de julio de 2016 5:47 pm.
- CEPAL. (1994). Panorama social de América Latina. ONU. Chile.
- Chayanov, A. V. (1974). La organización de la unidad económica campesina. Ediciones Nueva Visión, Buenos Aires, Argentina. 285 pp.
- Conway, G. R. (1987). The properties of agroecosystems. *Agricultural Systems* 24: 95-117.
- Cotler H., Pineda R. (2007). El manejo integral de cuencas en México, 2da Edición Instituto Nacional de Ecología, México, 347pp.
- Daily G., S. Alexander, P. Ehrlich, L. Goulder, J. Lubchenco, P. Matson, H. Mooney, S. Postel, S. Schneider, D. Tilman y G. Woodwell. (1997). Ecosystem Services: Benefits Supplied to Human Societies by Natural Ecosystems. *Issues in Ecology* 2. 16 pp.

- Dávila, S (2006). El poder de agua ¿Participación social o empresarial? México: Editorial Itaca.
- Dayaleth A, M Torrez, R Alban, & D Griffon (2008). Indicadores de sustentabilidad en Agroecología. Revista Agroecología. Mayo, 2008. <http://agroecologiavenezuela.blogspot.mx/2008/05/indicadores-de-sustentabilidad-en.html>
- Delgadillo, P. y Delgado, B. (2005). Evaluación de la sustentabilidad de un sistema basado en la implementación de practicas de conservación de suelos, en la comunidad de Chullpakasa, Bolivia. GIRA. Pp. 203-245
- Dourojeanni, A. (1991). Procedimientos de gestión para el desarrollo sustentable aplicados a microregiones y cuencas. Serie Ensayos, Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social (ILPES). Santiago, Chile.
- Dumanski, J. (1994). Sustainable land managemnet for the 21 century. International Workshop on sustainable land management for the 21 century. University of Lethbridge, Candá: Agricultural of Canadá. En: En: Sutentabilidad y manejo de recursos naturales en el marco de evaluación mesmis.Masera, O. Astier, M. Santiago, R. 47. México: GIRA.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (1994). FESLM: an International framework for evaluating sustainable land management. Roma, Italia: Food and Agriculture Organization of the United Nations. World Soil Resources Report.
- Frías, R. S. y Delgado, F. (2003). Estudio de indicadores de sostenibilidad del sistema familiar campesino en ecosistemas de montaña; el caso de la comunidad Tres cruces. Leisa 32-38.
- Galvan, Y., O. Masera y s. López. (2008). Evaluaciones de sustentabilidad. En Astier, M., O. Masera y Y. Galván (coord.) Evaluación de sustentabilidad. Un enfoque dinámico y multidimensional. SEAE-CIGA-ECOSUR
- Galvan, Y. (2006). MESMIS Interactivo. Grupo Gira.
- García Wilealdo _____. El sistema complejo de la cuenca hidrográfica. Recuperado de http://www.unalmed.edu.co/~poboyca/documentos/documentos1/documentosJuan%20Diego/Plnaifi_Cuencas_Pregrado/Sistema%20CuencaHidrogr%El%20fca.pdf
- García- Azuero, A., Campos- Arce, J. V., Jiménez, F., & Solorzano, R. (2005). Enfoques de manejo de recursos naturales a escala de paisaje: Convergencia hacia un enfoque ecosistémico. Turrialba.
- Gomero, O. y Velásquez, A. (2005). Evaluación de las sustentabilidad del sistema de algodón orgánico en la zona del trópico húmedo del Perú San Martín, Tarapoto. México. GIRA. PP. 57-83

- Gomes, A. y Bianconi, F. (2005). Sustentabilidad económica de un sistema familiar en una región semiárida de Brasil. México. GIRA. Pp. 121-156.
- Gómez-Benito C (2001) Conocimiento local, Diversidad Biológica y Desarrollo. En Agroecología y Desarrollo: Aproximación a los fundamentos agroecológicos para la gestión sustentable de agroecosistemas mediterráneos. Ediciones Mundi Prensa. 2: 49- 64.
- González, E. C.; Ríos, H.; Brunett, L.; Zamorano, S. y Villa, C. (2006). ¿Es posible evaluar la dimensión social de la sustentabilidad? Aplicación de una metodología en dos comunidades campesinas del Valle de Toluca, México. *Convergencia*. 13 (40):107–139.
- González, C., Brunett, L., Hernández, A., Ríos, H. y Villa, C., (2000). Desarrollo de indicadores de sustentabilidad para agroecosistemas del valle de Toluca. México. *Red Gestión de Recursos Naturales*, num. 13: 77-87.
- González, E. C.(2008).Indicadores de sustentabilidad para sistemas pecuarios. México. p. 19.
- Goodland R.; DALY, H. E. y OTROS. (1994). Desarrollo Económico Sostenible; Avances sobre el Informe Brundtland. Ediciones Uniandes. Santafé de Bogotá, Colombia. 185 p.
- Guía para la Elaboración de Planes de Manejo de Microcuencas (2009). Proyecto Tacaná, San Marcos, Guatemala. 12 pp.
- Güitrón-de-los-Reyes, Alberto; Hidalgo-Toledo, Jorge Arturo; Aparicio, Javier; Preciado-Jiménez, Margarita; (2013). Aplicación del índice de sustentabilidad WSI en la cuenca Lerma-Chapala. *Tecnología y Ciencias del Agua*, Septiembre-Octubre, 93-113.
- Guzmán G.I., Alonso A.M. (2007). La investigación participativa en agroecología: una herramienta para el desarrollo sustentable. *Ecosistemas*.
- Hart RD (1985a) Sistemas. En (Harte RD) Conceptos básicos sobre agroecosistemas. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 1: 9-19.
- Hart RD (1985b) Conceptos básicos sobre agroecosistemas. CATIE. Turrialba, Costa Rica. pp.67-78.24pp.
- Henríquez, N.P. (2001). Estudio de la agrobiodiversidad en Mesoamérica: Aspectos metodológicos. *Red Mesoamericana de Recursos Filogenéticos (REMERFI)*. IICA/GTZ. 57 p.
- Herrick. J.E. (2000). Soil quality: an indicator of sustainable land management? USDA-ARS Jornada Experimental Range. Elsevier - *Applied Soil Ecology* 15. Pp 75–83
- Jiménez, F. (2005). Gestión integral de cuencas hidrográficas. Enfoques y estrategias actuales. *Recursos, Ciencia y decisión* no. 2.

- Ku, V., Pool, L., y Mendoza, J. y. (2013). Propuesta metodológica para evaluar proyectos productivos con criterios locales de sustentabilidad en Calakmul, México. México, Calakmul, México.
- López-Ridaura, S.; van Keulen, H.; van Ittersum, M. y Leffelaar, P. (2005). Multiscale methodological Framework to derive criteria and indicators for sustainability evaluation of Peasant natural resource Management Systems. *Environment development and sustainability*. 7:51-69.
- Maass M. (2012). El manejo integrado de cuencas hidrográficas. Entrevista para el Centro virtual de información del agua, México. www.agua.org.
- Magazine, L. (2009). Hot issues help preserve traditional agricultural systems. *Farming Diversity*, Vol. 25, Núm. 1. pp: 36-38.
- Masera, O; Astier, M y López S, (1999). Sustentabilidad y manejo de recursos naturales. El marco de evaluación MESMIS. GIRA- Mundi-prensa, México.
- Masera, O., M. Astier y S. López. (2000). Sustentabilidad y manejo de recursos naturales. El marco de evaluación MESMIS. Ed. GIRA. México
- Mendoza Morales, Jairo (1999). Conceptos Básicos de Cuencas Hidrográficas. Managua, Nicaragua. UNA, Managua.
- Montaño, S. E. (Noviembre de 2012). PROPUESTA DE INDICADORES PARA LA EVALUACIÓN DEL PROYECTO. Querétaro, Querétaro, México.
- Moreno, A.D. e I. Renner (eds.) (2007). Gestión integral de cuencas, la experiencia del proyecto regional cuencas andinas. Centro Internacional de la Papa (CIP), Lima, Perú. 236 pp.
- Muñoz, L.E (2011). Más allá del parteaguas. Diversidad de saberes en el manejo y la gestión del agua. El caso de la joya, Querétaro, Qro, México. Tesis de maestría publicada, UAQ, Querétaro, México
- Nicholls CI & MA Altieri (2013) Agroecología y cambio climático: metodologías para evaluar la Resiliencia socio-ecológica en comunidades rurales, REDAGRES, CYTED, SOCLA. *Revista Agroecología*,. 8, 91 pp.
- Nieves, M. (Octubre de 1998). Género, medio ambiente y sustentabilidad del desarrollo. Santiago de Chile, Chile.
- Odum EP (1984) Properties of agroecosystems. In: Lowrance R, BR Stinner & GJ House (Eds) 1984. *Agricultural Ecosystem: Unifying concepts*. J Willey & Sons. New York: 5-11
- Pérez Grovas, G. (2000). Evaluación de la sustentabilidad del sistema de manejo del café en la unión de ejidos Majamut, región de los altos de Chiapas. México. GIRA. Pp. 45-80.

- Pineda, R., Hernández, S., Cascajare, M., Bustos, D., & González, L. (2012). La Carbonera: Comunidad sustentable. Querétaro.
- Priego, C. G., A, G., M, C., Ruiz-Rosado, & Ortiz-Ceballos. (septiembre 19 de 2008). EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD DE DOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN. Tabasco, México.
- Ragas, A.M.J; Knapen, M.J; Van de Heuvel, P.J.M; Eijkenboom, R.G.F.T.M; Buise C.L. y Van de Laar, B.J. (1995). Towards a sustainability indicator for production systems. Elsevier - J. Cleaner Prod., Vol. 3, No. 1-2, pp. 123—129.
- Ramírez Miranda, C. A. (2004). Enfoque regional para el desarrollo rural sustentable (hacia un proyecto democrático de desarrollo para la región Texcoco-Atenco). En M. L. Quintero Soto (Coord.), Recursos naturales y desarrollo sustentable: reflexiones en torno a su problemática (pp. 135-160). Cámara de Diputados, LIX Legislatura, UNAM. México: Editorial Porrúa
- Ríos- Osorio, O.;Chávez-Servia, J.; Carrillo-Rodríguez, J. (2014). Producción Tradicional y diversidad de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) Nativo: Un estudio de caso en Tehuantepec- Juchitán, México. Agricultura, Sociedad y Ambiente.11:35-51.
- SAGARPA. (2010). Plan Rector de Producción y Conservación. Querétaro.
- Sánchez, C.R. (2010). Diseño De Un Índice De Sustentabilidad En Agrosistemas De Producción De Bioenergía. Caso De Estudio En El Valle De Mexicali. TeisTijuana, México, 164 pSantiago Javier Sarandón ... [et.al.] ; coordinado por Santiago Javier Sarandón y Claudia Cecilia Flores. - 1a ed. - La Plata : Universidad Nacional de La Plata, 2014. E-Book: ISBN 978-950-34-1107-0
- Sarandón SJ (2002a) La agricultura como actividad transformadora del ambiente. El Impacto de la Agricultura intensiva de la Revolución Verde. En “AGROECOLOGIA: El camino hacia una agricultura sustentable”, SJ Sarandón (Editor), Ediciones Científicas Americanas, La Plata. Cap 20: 393-414.
- Sarandón SJ (2002b) La agricultura como actividad transformadora del ambiente. El Impacto de la Agricultura intensiva de la Revolución Verde. En “AGROECOLOGIA: El camino hacia una agricultura sustentable”, SJ Sarandón (Editor), Ediciones Científicas Americanas, La Plata.1: 23-48.
- Sarandón SJ (2002c) Incorporando el enfoque agroecológico en las Instituciones de Educación Agrícola Superior: la formación de profesionales para una agricultura sustentable.Revista Agroecología y Desarrollo Rural Sustentável. EMATER RS, Brasil, 3 (2):40-49.
- Sarandón SJ, MS Zuluaga, R Cieza, C Gómez, L Janjetic & E Negrete (2006) Evaluación de la sustentabilidad de sistemas agrícolas de fincas en Misiones, Argentina, mediante el uso de indicadores. Revista Agroecología, 1: 19-28.
- Secretaría de desarrollo Agrario Territorial y Urbano. (19 de Agosto de 2011). Auge y crisis agropecuaria. México, DF, Coyoacán, México.

- Secretaría de medio ambiente y Recursos Naturales. (2012). Lineamientos para el otorgamiento de subsidios a grupos de mujeres. Ejercicio 2012. Querétaro.
- SEDATU. (2011). Auge y Crisis Agropecuaria. México, Coyoacán, México.
- Spencer, D. S. C. and M. J. Swift. (1992). Sustainab: Definition and measurement. In: K.Mulongoy y D. S. C. Spencer (Eds.). Biological nitrogen fixation and sustainability of tropical agriculture. Wiley-Saice Co. Pub. p. 15-24
- Sthapit, B., R. Rana, P. Eyzaguirre, and D. Jarvis. (2008). The value of plant genetic diversity to resource-poor farmers in Nepal and Vietnam. International Journal of Agricultural Sustainability, Vol. 6. pp: 148-166.
- Taylor, D.C., M Z. Abidin, S.M. Nasir, M.M. Ghazali y E.F.C.Chiew. (1993). Creating a farmer sustainability index: A Malaysian case study. American Journal of Alternative Agriculture 8, núm. 4: 175-84
- Taylor, D. M. (1993). Creating a farmer sustentability index: A malaysian case study. American Journal ofAlternative Agriculture, 8, 175-84.
- Torquebiau, E. (1998). Sustainability indicators in agroforestry: The example of homogrsdens. En: En: Sutentabilidad y manejo de recursos naturales en el marco de evaluación mesmis.Masera, O. Astier, M. Santiago, R. 47. México: GIRA.
- Thrupp, L. A. (2000). Linking agricultural biodiversity and food security: the valuable role of agrobiodiversity for sustainable agriculture. International Affairs, Vol. 76. pp: 265-281.
- Uribe, Y. M. (2009). Evaluación de dos sistemas de manejo de recursos naturales de Xochimlcocon indicadores de sustentabilidad. Veracruz, Xalapa, México.
- Villa, C. (2004). Primer ciclo de evaluación de la sustentabilidad del agroecosistema de Tenango del Valle, Estado de México. Tesis de maestría. Universidad Autónoma del estado de México