



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

**FACULTAD DE QUÍMICA
MAESTRÍA EN CIENCIAS AMBIENTALES**

**EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LA SUSTENTABILIDAD EN
LOCALIDADES CON SISTEMAS AGROECOLÓGICOS Y
LOCALIDADES CON SISTEMAS AGRÍCOLAS
CONVENCIONALES EN EL SUR DEL ESTADO DE MÉXICO**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRA EN CIENCIAS AMBIENTALES**

P R E S E N T A:

LORENA GUADALUPE RAMÍREZ GONZÁLEZ

TUTOR ACADÉMICO:

DR. JESÚS GASTÓN GUTIÉRREZ CEDILLO

TUTORES ADJUNTOS:

DR. JOSÉ ISABEL JUAN PÉREZ

DR. MIGUEL ÁNGEL BALDERAS PLATA



TOLUCA, ESTADO DE MÉXICO

ENERO 2019

Agradecimientos

A mis **Padres**, mi principal equipo.

A **Cesar**, que aunque no estas físicamente aquí, eres parte de esto.

Especialmente **Benja, Isaac, Sergio, Joaquín, Uriel**. Gracias por no dejarme caer y alentarme a cumplir esta meta. Dios me ha dado en ustedes grandes hermanos.

Anahí, Danny y Lau gracias por ser esas respuestas de oración con las cuales he podido compartir esta etapa de mi vida.

Sandy e Itzel, gracias por ser esas amigas a distancia que oran y me procuran, quienes también me alentaban a seguir.

Jazz gracias por ser esa amiga que me ha ayudado a alinear mi vida a Dios, gracias por escuchar todo lo que ha pasado en mi vida, gracias por tus oraciones y aliento.

A **Cesar Yamil**, amigo sin ti no estaría aquí, en verdad gracias por ayudarme a recuperar mi salud para seguir adelante y ser de aliento a mi vida.

A mi **Pastor Alfredo**, no podría ser más bendecida por tu guía en mi vida.

A mi **iglesia G316**. En verdad sin ustedes no hubiera conseguido esto. Gracias por ser mis compañeros de milicia, quienes han levantado mis brazos cuando me he rendido y quienes día a día me sostienen con sus oraciones.

A **Dios**. Por quien tengo lo que tengo y soy quien soy.

*Todo lo puedo en Cristo que me fortalece. **Filipenses 4:13***

No temas, porque yo estoy contigo; no desmayes porque yo soy tu Dios que te esfuerzo; siempre te ayudare, siempre te sustentare con la diestra de mi justicia.

Isaías 41:10

*Porque de tal manera amó Dios al mundo, que ha dado a su Hijo unigénito, para que todo aquel que en Él cree, no se pierda, más tenga vida eterna. **Juan 3:16***

Contenido

Agradecimientos	2
Resumen	8
Abstract	9
Introducción	10
Justificación	13
Preguntas de investigación	17
Hipótesis	18
Objetivos	18
Objetivo general	18
Objetivos específicos	18
Antecedentes	19
CAPITULO I. Marco teórico- conceptual	21
1.1. Historia de la agricultura en México e implicaciones de la revolución verde 21	
1.2. Diferencia entre modelos de producción agrícola	23
1.3. Sustentabilidad en sistemas agrícolas	29
1.4. Evaluaciones de sustentabilidad en localidades con sistemas agrícolas 34	
CAPITULO II. Metodología	41
2.1. El Marco Metodológico para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales mediante Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS)	41
2.2. Etapas metodológicas	43
CAPITULO III. Resultados y discusión	49
3.1. Caracterización geográfica ambiental del área de estudio	49
3.2. Caracterización social del área de estudio	61
3.3. Nomenclatura de las localidades y los indicadores estratégicos	63
3.4. Valores reales de los indicadores estratégicos en las localidades.	64
3.5. Valores óptimos de los indicadores y fuentes	65
3.6. Indización de indicadores a partir de los valores reales y óptimos	66
3.7. Integración de los indicadores mediante gráficas radiales.	67
3.8. Análisis comparativo de los índices generales de sustentabilidad para las seis localidades, comparando los SAC y SAE.	73

3.9. Análisis comparativo de la sustentabilidad por indicadores entre localidades con sistemas agroecológicos y con sistemas de agricultura convencional.	74
3.10. Análisis comparativo de la sustentabilidad por atributo entre localidades con sistemas agroecológicos y con sistemas de agricultura convencional	79
3.11. Propuesta para el manejo sustentable de recursos naturales (MSRN) por atributos de sustentabilidad en las localidades estudiadas.	82
Auto-organización, equidad y productividad	82
Estabilidad, adaptabilidad y resiliencia	83
Adaptabilidad tecnológica	84
Viabilidad institucional y adaptabilidad cultural	86
Discusión general	90
Conclusiones	92
Recomendaciones	94
Bibliografía	96
Anexos	105

Índice de tablas

Tabla 1. Características de los sistemas convencionales y sistemas agroecológicos.....	27
Tabla 2. Áreas de evaluación y atributos de la sustentabilidad.....	35
Tabla 3. Síntesis de métodos y técnicas de apoyo para la sustentabilidad.....	37
Tabla 4. Comparación de distintos marcos de evaluación de sustentabilidad.....	39
Tabla 5. Indicadores estratégicos seleccionados	44
Tabla 6. Criterios y fuentes de valor óptimo por indicador.....	46
Tabla 7. Formulas para obtención del índice.....	47
Tabla 8. Superficie municipal y regional en el Estado de México en la Región VII: Ixtapan de la Sal	50
Tabla 9. Geología en las localidades de estudio	51
Tabla 10. Hidrología en las localidades de estudio	53
Tabla 11. Características de los suelos en las localidades de estudio.....	56
Tabla 12. Población en las localidades de estudio	61
Tabla 13. Fecundidad en las localidades zona de estudio.....	62
Tabla 14. Población indígena en las localidades de estudio.....	62
Tabla 15. Nomenclaturas de las localidades.....	63
Tabla 16. Nomenclaturas de los indicadores.....	63
Tabla 17. Valores reales y valores óptimos de las localidades.....	64
Tabla 18. Criterios y fuentes de valor óptimo por indicador.....	65

Tabla 19. Índices obtenidos de los valores reales y óptimos	66
Tabla 20. Evaluación de la sustentabilidad en localidades con sistemas de agricultura convencional y localidades con sistemas agroecológicos por indicador.....	74
Tabla 21. Análisis comparativo de la sustentabilidad entre localidades con diferentes sistemas agrícolas por atributo.....	79
Tabla 22. Estrategias de participación para el desarrollo	83
Tabla 23. Estrategias para un bajo impacto ambiental	83
Tabla 24. Propuestas para el control y uso de plaguicidas	84
Tabla 25. Estrategias y prácticas específicas utilizadas por agricultores.....	85
Tabla 26. Instrumentos de participación ciudadana.....	86
Tabla 27. Conceptos centrales de las prácticas organizativas locales.....	87
Índice de esquemas	
Esquema 1. Historia de la agricultura en México.....	22
Esquema 2. Aportes originales a la agroecología.....	26
Esquema 3. Acontecimientos hacia la sustentabilidad.....	30
Esquema 4. Dimensiones y objetivos de la sustentabilidad.....	32
Índice de Gráficas	
Gráfica 1. Población total, femenina y masculina.....	61
Gráfica 2. Representación gráfica de las localidades en el municipio de Malinalco.....	68

Gráfica 3. Representación gráfica de las localidades en el municipio de Tenancingo de Degollado.....70

Gráfica 4. Representación gráfica de las localidades en el municipio de Villa Guerrero.....72

Gráfica 5. Índice general de sustentabilidad para las seis localidades, comparando los SAC y SAE.....73

Índice de mapas

Mapa 1. Altimetría en los municipios de Malinalco, Tenancingo de Degollado y Villa Guerrero.....51

Mapa 2. Geología en los municipios de Malinalco, Tenancingo de Degollado y Villa Guerrero.....52

Mapa 3. Clima en los municipios de Malinalco, Tenancingo de Degollado y Villa Guerrero.....53

Mapa 4. Hidrología en los municipios de Malinalco, Tenancingo de Degollado y Villa Guerrero.....54

Mapa 5. Edafología en los municipios de Malinalco, Tenancingo de Degollado y Villa Guerrero.....56

Mapa 6. Uso de suelo en los municipios de Malinalco, Tenancingo de Degollado y Villa Guerrero.....60

Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo general la evaluación comparativa de la sustentabilidad en localidades con sistemas agroecológicos y localidades con sistemas de agricultura convencional de monocultivo, se aplicó específicamente a cinco localidades rurales y una urbana, pertenecientes a los municipios de Malinalco, Tenancingo de Degollado y Villa Guerrero, al sur del Estado de México.

Los objetivos específicos de la investigación fueron: (1) la evaluación de la sustentabilidad en localidades con sistemas agroecológicos, (2) la evaluación de la sustentabilidad en localidades con sistemas de agricultura convencional y finalmente (3) el análisis comparativo de la sustentabilidad entre localidades con diferentes sistemas agrícolas.

Los objetivos se alcanzaron a través de la aplicación de la metodología del Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS) la cual se basa para esta investigación en siete etapas, las cuales son: (1) determinación del objeto de estudio, (2) selección de indicadores estratégicos, (3) medición de indicadores, (4) definición de valores óptimos, (5) indización de resultados, (6) presentación e integración de resultados y (7) elaboración de la Propuesta para el Manejo de Recursos Naturales (MSRN). Los indicadores empleados en la investigación responden a los atributos de la sustentabilidad: productividad, rentabilidad, estabilidad, adaptabilidad, resiliencia, auto-organización, autogestión, adaptabilidad tecnológica, adaptabilidad cultural y viabilidad institucional.

Se concluye que en las seis localidades estudiadas existe predominio hacia el modelo agrícola convencional, lo anterior de acuerdo a los resultados de los indicadores estratégicos aplicados, por lo cual se desarrolla una propuesta para el manejo sustentable de recursos naturales (MSRN) la cual tiene como objetivo dar recomendaciones para el mejoramiento en las localidades de acuerdo a cada uno de los atributos estudiados.

Abstract

The present research had as a general objective the comparative evaluation of sustainability in localities with agroecological systems and localities with conventional monoculture farming systems, it was applied specifically to five rural and one urban localities, belonging to the municipalities of Malinalco, Tenancingo de Degollado and Villa Guerrero, south of the Estado de México.

The specific objectives of the research were: (1) the evaluation of sustainability in localities with agroecological systems, (2) the evaluation of sustainability in localities with conventional farming systems and finally (3) the comparative analysis of sustainability between localities with different agricultural systems.

The objectives were achieved through the application of the Framework Methodology for the Evaluation of Natural Resource Management Systems incorporating Sustainability Indicators (MESMIS) which is based for this investigation in seven stages, which are: (1) determination of the object of study, (2) selection of strategic indicators, (3) measurement of indicators, (4) definition of optimal values, (5) indexing of results, (6) presentation and integration of results and (7) preparation of the Proposal for the Management of Natural Resources (MSRN). The indicators used in the research respond to the attributes of sustainability: productivity, profitability, stability, adaptability, resilience, self-organization, self-management, technological adaptability, cultural adaptability and institutional viability.

It is concluded that in the six studied localities there is predominance towards the conventional agricultural model, the previous according to the results of the strategic indicators applied, for which a proposal for the sustainable management of natural resources (MSRN) is developed which has as objective to give recommendations for the improvement in the localities according to each of the attributes studied.

Introducción

La globalización ha causado nuevos procesos de exclusión y marginalización, la racionalidad instrumental le ha permitido al hombre justificar y legitimar toda clase de acción transformadora del medio; lo anterior ha llevado a una crisis ambiental, la cual según el Informe sobre Desarrollo Humano 1988 del PNUD se manifiesta en el hecho que: “ el consumo en constante expansión, somete a tensión al ambiente, con emisiones y derroches que contaminan la tierra y destruyen los ecosistemas y con agotamiento y degradación en aumento de recursos renovables que van en desmedro del medio de vida” (Rojas 2014).

Durante los años recientes la humanidad ha sido testigo de un profundo cambio en las relaciones económicas, políticas y culturales, uno de esos cambios fue el que trajo la Revolución verde donde se vieron modificados los modos de producción y usos de energía, la globalización ha obligado a una mayor especialización productiva de los países, regiones y lugares, con el objetivo de poder participar más activamente en los flujos comerciales, capitales y tecnologías que se han establecido crecientemente entre los países desarrollados y subdesarrollados y entre cada uno de esos grupos (Romero, 2014).

La sustentabilidad es el camino para encontrar el equilibrio económico, ecológico y social, dando como resultado la prosperidad y la capitalización de recursos de manera adecuada (Velázquez & Vargas-Hernández, 2012) un modelo de sustentabilidad debe basarse en valores éticos ambientales: respeto a la naturaleza y sus propias leyes de conservación y reproducción; respeto a los derechos humanos, respeto a la libertad; garantía al acceso igualitario a la educación, salud, infraestructura y recreación; derecho a participar democráticamente y a decidir en los asuntos públicos fundamentales que le conciernen como sujeto y ciudadano (Rojas 2014). Consecuencia de la modernización, la industrialización y la expansión de tecnologías, la relación de las comunidades campesinas y su medio se han modificado drásticamente (González-Jácome, 2004), se han visto afectados los ecosistemas naturales debido a la

utilización intensiva de los recursos ambientales, humanos y tecnológicos; en resumen, el problema ecológico y social ha contemporizado con la crisis de la agricultura moderna, lo cual lleva una tendencia hacia la adopción de un modelo de agricultura convencional.

El sector agrícola es vital para el desarrollo y calidad de vida de la población, sin embargo ha existido un alto impacto ambiental negativo causado por la toma de decisiones en el desarrollo de esta actividad; el cambio surgió a través del uso de las fuentes de energía, lo cual modificó la escala de producción y por ende el uso de insumos, la agricultura no es ajena a los sistemas social, económico, tecnológico, institucional y cultural lo cual conlleva a que esta investigación sea a nivel localidad, con la finalidad de comprender el estado actual de este sector productivo en esa escala específica.

La sustentabilidad es uno de los conceptos que han tenido mayor auge en los últimos años, el concepto es teórico por lo cual para su medición se requieren indicadores adecuados para hacerlo práctico y determinar el nivel, duración, así como el control de lo que se tiene y de lo que se puede mejorar (Sarandón y Flores, 2009), hasta el día de hoy los esfuerzos realizados para la medición de la sustentabilidad son relativamente escasos en cuanto a esfuerzos sistémicos.

La investigación toma como objeto de estudio el análisis de la sustentabilidad mediante un estudio comparativo de localidades con sistemas agroecológicos comparados con localidades con sistemas agrícolas convencionales de monocultivo en seis localidades rurales y una urbana del sur del Estado de México.

Para ello se utiliza el Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de recursos naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS) el cual es una herramienta metodológica que ayuda a evaluar la sustentabilidad de sistemas de manejo de recursos naturales, con énfasis en el contexto de los productores campesinos y en el ámbito local (López-Ridaura, *et.al.*, 2011). Posteriormente se definieron los criterios de diagnóstico del estudio de

acuerdo a los atributos de la sustentabilidad, permitiendo así la selección de los indicadores estratégicos; el modo de determinación de estos fue a partir de datos censales del INEGI, estudios previos, fotointerpretación cartográfica, observación directa y aplicación de cuestionarios, se seleccionaron un total de 20 indicadores.

La presente investigación consta de tres capítulos, donde el primero es sobre el marco teórico que abarca los temas sustentabilidad, la agricultura en México y el impacto de la Revolución verde , la diferencia entre los modelos de producción agrícola, que para fines de esta investigación se consideraron: el modelo agroecológico y el modelo de agricultura convencional, posteriormente la sustentabilidad en los sistemas agrícolas y finalmente la evaluaciones de sustentabilidad.

Para el capítulo dos se explica la metodología aplicada en esta investigación que se basa en el MESMIS el cual ha sido utilizado para medir la sustentabilidad en distintas escalas geográficas, la presente investigación contribuye al conocimiento práctico sobre la aplicación de dicha metodología. Para el caso del tercer y último capítulo se presentan los resultados y la discusión, donde se presentan los valores óptimos de los indicadores, se describe la evaluación de la sustentabilidad en localidades con sistemas de agricultura convencional y localidades con sistemas agroecológicos, por atributos de sustentabilidad, seguido de la comparación entre ambas, así como una Propuesta de Manejo Sustentable de Recursos Naturales (MNRN) por atributo de sustentabilidad.

Finalmente se presenta la discusión general que permite contrastar la información obtenida de las seis localidades del objeto de estudio, así como identificar los alcances y limitaciones de la aplicación del MESMIS, se presentan de igual manera las recomendaciones y conclusiones de la investigación y por último las referencias y anexos que integra el instrumento de investigación y los productos derivados de la investigación.

Justificación

Osorio (2008) opina que, aunque la escasez de alimento afecta a un sector de la población mundial, en algunos años podría afectar a todos, es por ello que la actividad agrícola es vital para el desarrollo y calidad de vida de la población, no obstante en los últimos años la agricultura ha tenido un alto impacto ambiental, lo cual ha llevado a la urgencia de buscar medidas que permitan el desarrollo de agricultura con bajos impactos, se inicia así la búsqueda de la aplicación de la sustentabilidad en esta actividad productiva.

Sin embargo, la sustentabilidad se considera un concepto teórico (Sarandón y Flores, 2009) que para su comprobación en la práctica ha requerido del diseño de marcos operativos que permitan evaluar de manera tangible la sustentabilidad de diferentes proyectos, tecnologías, o agroecosistemas, convirtiéndose en uno de los principales retos que enfrenta hoy la discusión sobre agricultura y en general la sustentabilidad (Astier, *et.al.*, 2000).

Por ser un concepto, la sustentabilidad no puede medirse directamente, por lo que se requieren indicadores adecuados para determinar el nivel y la duración de la sustentabilidad (Farshad, *et.al.* 2005) al medir la sustentabilidad en un área de estudio específica, se tiene conocimiento de lo que se tiene y puede controlar, además de lo que sale del control humano, teniendo esto claro se facilitan la creación de estrategias para mejorar las condiciones actuales.

La mayoría de los esfuerzos hasta ahora realizados para evaluar la sustentabilidad del manejo de recursos naturales, se han concentrado en la elaboración de listas de indicadores así como en el cálculo de índices, son relativamente escasos los esfuerzos sistemáticos y consistentes dirigidos a desarrollar marcos de evaluación de sustentabilidad que hayan probado además de consistencia teórica aplicabilidad práctica; específicamente, el diseño de marcos de evaluación de sustentabilidad para sistemas agrícolas, pecuarios o forestales en el contexto campesino, es un campo aún muy poco explorado (Astier, *et.al.*, 2000).

La evaluación de la sustentabilidad es un objetivo difícil de alcanzar debido a la propia complejidad del término, el uso de indicadores, a través de un análisis multicriterio, puede resultar un instrumento válido para traducir esta complejidad en valores objetivos y claros que permitan cuantificar y comparar estos aspectos. (Sarandón, *et. al.*, s/a).

Se ha elegido como objeto de estudio las localidades de Puente de Caporal (La Guancha) y Colonia Juárez en el municipio de Malinalco; Santa Ana Ixtlahuatzingo y El Carmen en el municipio de Tenancingo y finalmente Zacango y Progreso Hidalgo en el municipio de Villa Guerrero, debido a que los municipios de dichas localidades han sido objeto de estudio de investigaciones previas (García, 2014 y González *et.al.*, 2005) sin embargo no se han realizado trabajos a nivel localidad, por lo cual esta investigación contribuye a un conocimiento con mayor profundidad de las condiciones actuales. Además en las localidades de Puente de Caporal (La Guancha), Santa Ana Ixtlahuatzingo y Zacango se presentan actividades agrícolas en el modelo convencional y para el caso de Colonia Juárez, El Carmen y Progreso Hidalgo presentan un modelo de agroecología lo cual permite la comparación entre ellas.

Con esta investigación se pretende comprender la condición de las localidades conforme a los atributos de productividad, rentabilidad, estabilidad, adaptabilidad, resiliencia, auto-organización, autogestión, adaptabilidad tecnológica, adaptabilidad cultural y viabilidad institucional, lo cual permitirá medir el grado de sustentabilidad presente en cada una de las localidades.

Como principales aportaciones de la investigación se retoman los atributos de sustentabilidad para elaborar una Propuesta para el Manejo Sustentable de Recursos Naturales (MSRN) que plantea recomendaciones para el adecuado manejo en la producción agrícola, considerando estrategias de participación para el desarrollo, estrategias para un bajo impacto ambiental, propuestas para el control, uso de plaguicidas, estrategias y practicas especificas utilizadas por agricultores e instrumentos de participación ciudadana.

Además con esta investigación se contribuye en los conocimientos de las ciencias ambientales, mediante la construcción de indicadores de sustentabilidad a nivel localidad para evaluar comparativamente modelos de agricultura convencional y modelos de agroecología, que permite la comprensión holística de la realidad.

Planteamiento del problema

Existe una problemática sobre el estado de la agricultura mexicana que se ha venido desarrollando en las últimas cuatro décadas, debido a la modificación en la producción y el uso intensivo de insumos externos, causando un impacto ambiental en los ecosistemas y la vida de la población, por lo cual se buscan alternativas que permitan tener un enfoque sustentable frente a la expansión de la agricultura convencional (Cano, 2014, Ortega 2009).

En las localidades seleccionadas de acuerdo a otros estudios a nivel municipal (García, 2014 y González *et.al.*, 2005) existe la práctica de la actividad agrícola, a pesar de ello, no se cuenta con numerosos estudios a nivel local que permita conocer en esta escala la condición de la agricultura convencional y la agroecología.

La agricultura convencional busca beneficios de lucro a corto plazo, teniendo como consecuencias la contaminación de las aguas y el ambiente, la pérdida de la fertilidad de la tierra, el aumento de la deforestación y la expulsión de las comunidades campesinas e indígenas debido al uso intensivo de cantidades inmensas de químicos, fertilizantes sintéticos, semillas transgénicas, combustibles y agrotóxicos arrojados sin control (Ortega 2009).

La transformación de lo tradicional a lo industrial se vio marcado por la conocida Revolución verde , por el cambio de fuentes de energía, la modificación de la escala de producción y la dependencia hacia los insumos externos, lo cual trajo consecuencias al ámbito social, económico y ambiental(Castillo, 2002). Sin embargo una capitalización y uso adecuado de los recursos es a través de un equilibrio en los ámbitos anteriores (Velázquez & Vargas-Hernández, 2012).

La Revolución verde trajo modificaciones a los modelos de producción agrícola y debido a que la agricultura es vital para el desarrollo y la calidad de vida de la población (Osorio, 2008) se concibe a la sustentabilidad como una necesidad estratégica para asegurar una producción estable de alimentos así como una interacción adecuada con el ambiente (Ortega, 2009). La (ir) racionalidad de la agricultura convencional no es la solución, sino la causa de problemas además de que es incompatible con los patrones y principios del ambiente (Castillo, 2002), y con el derecho inalienable a la alimentación adecuada para la población (Osorio 2008).

El concepto más aceptado de sustentabilidad popularizado a partir del *Informe Brundtland*, alude a la satisfacción de las necesidades de la población humana actual y futura, lo que se relaciona frecuentemente con el uso de recursos naturales (González et.al. 2006). Sin embargo la sustentabilidad no puede medirse directamente sino a través de una valoración de la sustentabilidad (Pacheco-Yépez, et.al, 2005), uno de los acuerdos en la conocida *Agenda 21* se refiere a la necesidad de crear indicadores de sustentabilidad en diferentes niveles espaciales y temporales.

Más allá de la discusión académica, existe en la práctica una gran necesidad de evaluar el grado de sustentabilidad de diferentes proyectos productivos en el sector rural de México y otros países (Masera y López-Ridaura, 2000) puesto que la agricultura y la población rural han representado una papel importante dentro de la economía y la calidad de vida (Cano, 2014).

Sin embargo el concepto de sustentabilidad no puede definirse de manera universal o en abstracto, sino en relación de un contexto socioambiental y temporal específico y dentro del contexto agrícola es especialmente urgente integrar el concepto de sustentabilidad en el proceso de diseño, adopción y difusión de los sistemas productivos y en las estrategias de manejo de los recursos naturales (Masera y López-Ridaura, 2000).

Es necesario un proceso de construcción de indicadores de sustentabilidad que aborde un conjunto de atributos sistémicos, definidos como productividad, estabilidad, resiliencia, confiabilidad, autodependencia y autogestión, los cuales contribuyen a conocer la realidad desde la perspectiva de sustentabilidad, al hacer un análisis de diferentes aspectos de una misma realidad (González et.al. 2006).

El proceso anterior se encuentra aplicado en el marco de evaluación MESMIS el cual considera la complejidad de los componentes de los sistemas campesinos y abarca un estudio comparativo entre dos sistemas de manejo específicos que funcionen en un determinado lugar geográfico y contexto social y político, utilizando la misma escala espacial. (González et.al. 2006).

Es importante la aplicación de marcos de evaluación, los cuales permitan en primer lugar conocer las condiciones de la zona de estudio y en segundo lugar el mejoramiento de la misma metodología, para que pueda ser utilizada en posteriores investigaciones. La evaluación no tiene como objetivo primordial simplemente calificar opciones en grados de sustentabilidad sino buscar su propia integración a un proceso de identificación de problemas y formulación de planes de acción que permitan mejorar los sistemas de manejo de recursos naturales (Maserá y López-Ridaura, 2000).

En esta investigación se contribuye con la aplicación de un marco de evaluación de la sustentabilidad que ofrezca la obtención de información de la zona de estudio, lo cual permitirá por un lado retroalimentar la metodología y por otro proponer estrategias para la solución de los problemas identificados. Lo anterior, sumado a otras investigaciones que contribuyan al tema proporcionan una base sólida para la toma de decisiones y mejorar el nivel de la sustentabilidad (González et.al. 2006).

Preguntas de investigación

Las preguntas de investigación que se plantean son las siguientes:

- ¿Cuáles son los niveles de sustentabilidad en localidades con sistemas agroecológicos?
- ¿Cuáles son los niveles de sustentabilidad en localidades con sistemas convencionales de monocultivo?

Hipótesis

Los niveles de sustentabilidad son mayores en localidades con sistemas agroecológicos que en localidades con sistemas agrícolas convencionales.

Objetivos

Objetivo general

Evaluar comparativamente la sustentabilidad de localidades con sistemas agroecológicos comparados con localidades con sistemas agrícolas convencionales de monocultivo en cinco localidades rurales y una urbana del sur del Estado de México.

Objetivos específicos

- Evaluar la sustentabilidad de localidades con sistemas agroecológicos.
- Evaluar la sustentabilidad de localidades con sistemas convencionales de monocultivo.
- Realizar el análisis comparativo de la sustentabilidad entre localidades con diferentes sistemas agrícolas.

Antecedentes

El esfuerzo realizado para medir la sustentabilidad ha ido avanzando a lo largo de los años, a través de los marcos de evaluación, los índices y listas de indicadores, se ha buscado el objetivo de la determinación de la sustentabilidad, su análisis o evaluación en distintas áreas de estudio y escalas geográficas. De acuerdo a Gutiérrez, *et.al* (2011) a nivel internacional, nacional y estatal.

Internacional

- Gomero y Velásquez (2005) realizaron una comparación del manejo de algodón en el trópico húmedo del Perú; evaluaron el sistema tradicional contra un sistema diversificado
- Gómez y Bianconi (2005) por su parte, evaluaron mediante indicadores de sustentabilidad, los impactos económicos de las innovaciones sobre los agroecosistemas en transición hacia la agroecología en una región semiárida de Brasil.
- Delgadillo y Delgado (2005) evaluaron la sustentabilidad de dos sistemas de manejo, uno tradicional y otro alternativo del sistema de producción de la comunidad de Chullpakasa, en Bolivia.

Nacional

- Pérez-Grovas (2000) estableció un marco de evaluación de la sustentabilidad adaptado que aplicó al subsistema de café en los altos de Chiapas considerando dos sistemas de producción: el tradicional y el orgánico.
- Negreros-Castillo et al. (2000), por su parte, aplicaron la metodología del MESMIS a la evaluación de la sustentabilidad de un sistema de manejo forestal comunitario en Quintana-Roo, enfocado a la caracterización de los beneficios monetarios, no-monetarios y ambientales.
- Guevara et al. (2000), realizaron la evaluación de la sustentabilidad de la producción de maíz bajo el empleo de abonos de mucuna mediante la

metodología MESMIS, comparado con el sistema tradicional roza-tumba-quema, en los estados de Yucatán, Veracruz, Chiapas y Oaxaca

- Astier et al (2000) aplicó el marco MESMIS para el diseño de sistemas sustentables de maíz en la región Purépecha.
- Alemán (2005), llevo a cabo una evaluación de la sustentabilidad de dos sistemas de producción ovina en comunidades Tzotziles, aplicando técnicas colectivas para el diagnóstico del contexto productivo de la comunidad y técnicas individualizadas para la toma de información sobre la problemática productiva.
- Moya et al (2005), por su parte, evaluaron la sustentabilidad de los sistemas de manejo practicados en Xohuayan, Yucatán, en particular sobre las actividades tradicionales como la milpa y la apicultura, que han permitido preservar parte de las selvas de la región.

Estatad

- González et al (2000) a partir de propuestas de Muller (1995), Gameda y Dumanski (1995), plantearon el desarrollo de indicadores de sustentabilidad como herramientas de evaluación de los agro ecosistemas del Valle de Toluca.
- Villa (2004) para el primer ciclo de evaluación de sustentabilidad de un agro ecosistema en Tenango del Valle, Estado de México, reporta que mediante el MESMIS se estudiaron, aplicaron y adaptaron conceptos a las condiciones de la comunidad de estudio, y se obtuvieron resultados de un primer ciclo de evaluación del agro ecosistema.

CAPITULO I. Marco teórico- conceptual

A través de los años se han intentado solucionar problemas de orden teórico y práctico, referidos al ambiente, documentos como el *Protocolo de Kioto*, el *Manifiesto por la Vida*, la *Carta de la Tierra*, la *Carta de la Naturaleza*, la *Declaración del Milenio* y muchos otros han establecido la urgente necesidad de tomar conciencia y plantear metas y estrategias para, por un lado, contrarrestar y, por otro, promover modos de vida menos depredadores, más amigables con el ambiente y con una actitud diferente hacia la naturaleza y la vida (Saavedra, 2014)

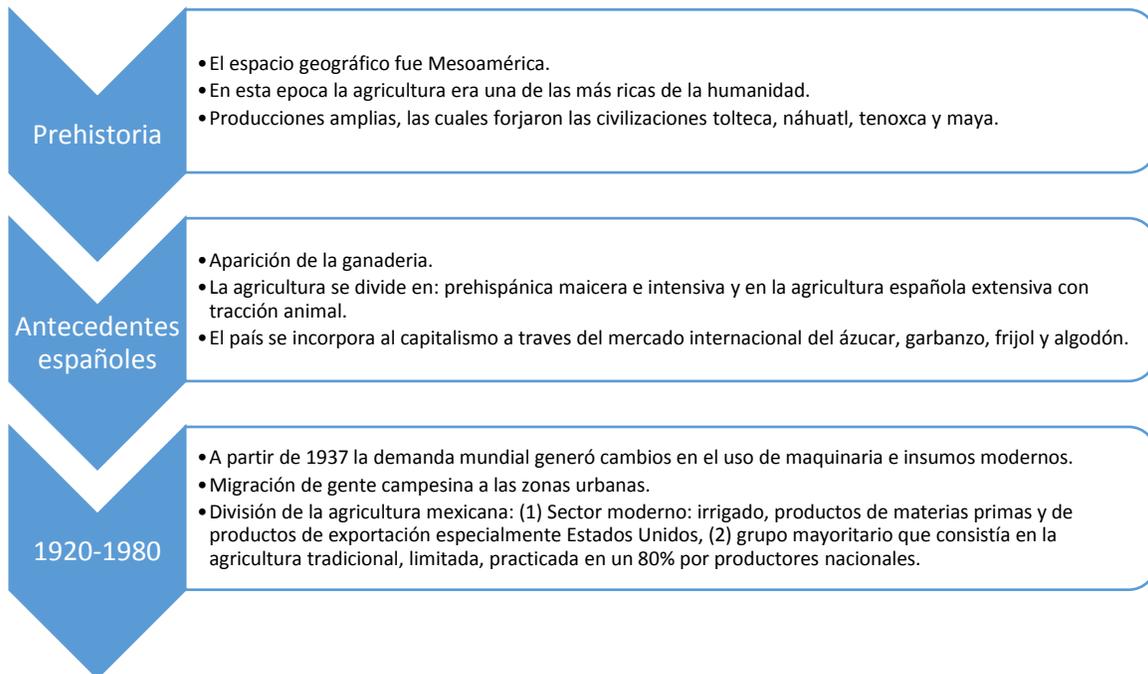
Es así como se ha generado una visión innovadora a la humanidad para la protección ambiental y la equidad social (Treviño, *et.al.* 2003), el desarrollo hacia la sustentabilidad va encaminado hacia la comprensión del ambiente y la toma de decisiones alrededor de ella, sin embargo existe un alto grado de complejidad debido a las dimensiones utilizadas; además de la diversidad de las diferentes escalas, desde lo local a lo global (Giannuzzo, 2010).

Las evidencias del deterioro ambiental como consecuencia de las acciones humanas y el conocimiento científico de las causas de los deterioros conllevan a la necesidad de la investigación, desde lo ético hasta lo normativo, en los diversos ámbitos de la vida humana como los institucionales, empresariales, industriales, y de la vida social e individual. La investigación científica requiere un enfoque holístico e interdisciplinario dada la naturaleza de los sistemas como unidades de análisis (Giannuzzo, 2010).

1.1. Historia de la agricultura en México e implicaciones de la revolución verde

La agricultura es la actividad productiva mediante la cual el hombre produce y reproduce vegetales para la satisfacción de necesidades alimentarias, esta actividad inicio de manera gradual conforme al conocimiento ecológico y biológico sobre los recursos naturales utilizados, se desarrolló mediante la generación y transmisión de dichos conocimientos y adaptación tecnológica (Xolocotzi, 1988). La agricultura en México, tuvo las siguientes etapas:

Esquema 1. Historia de la agricultura en México



Fuente: elaboración propia con base en Martínez (1983)

Entre los años de 1969 y 2015 la producción agrícola se triplicó, debido al marcado proceso de industrialización y globalización a través de la Revolución verde, lo cual cambió la productividad, significó una expansión en el uso de la tierra, el agua y otros recursos naturales (FAO 2017), todo esto debido a la demanda humana por alimentos, fibras y combustibles (Ataide, *et.al.* 2015).

Alrededor del mundo existe el reto de encontrar una manera para alimentar a más personas con una cantidad limitada de tierra, agua y otros recursos naturales, lo cual representa un desafío puesto que existen diferencias entre los países en términos de desarrollo económico y producción (FAO, 2014) además de que de acuerdo a la cultura existen también ideas antagónicas, como es el caso de la cultura occidental cuyo objetivo es el mercado más allá de la autosuficiencia alimentaria (Gómez- Espinoza y Gómez, 2006).

La revolución verde se basa en alcanzar mayores rendimientos a través de la industrialización de forma de trabajo, su base fundamental es la seguridad alimentaria ya que busca la satisfacción de las necesidades alimenticias, este

movimiento surge en los Estados Unidos, donde desde un principio la ciencia agrícola estuvo orientada a aumentar al máximo su productividad (Pichardo, 2006).

El paradigma de la Revolución verde no tomo en cuenta las externalidades ambientales negativas generadas por el uso intensivo de fertilizantes y agroquímicos y aunque gran parte de los problemas de la agricultura son aceptados, coexisten dos posturas (Sarandón y Flores, 2014) antagónicas acerca de las causas del origen:

- Están quienes sostienen que los problemas se deben a desajustes en la aplicación de la tecnología.
- Otra postura comenta que los problemas no son consecuencia de una mala aplicación de una buena idea, sino del enfoque predominante de este modelo de agricultura.

La revolución verde ha creado una agricultura más cara económica, social y ambientalmente lo cual produce un mayor impacto ambiental (Bello y González, 1997), a través de ella se busca el uso de insumos químicos y de especies mejoradas para resolver el problema de la hambruna global (Rodríguez, 2007). Las bases del desarrollo agrícola a partir de la revolución verde, según Hernández (1988) fueron:

- Introducción masiva de tecnología con su consecuente dependencia capitalista.
- Establecimiento de la red de divulgación que ejerció presión para que los productores adoptaran innovaciones agrícolas.
- Apoyo a industrias de fertilizantes y embalaje de productos hortícolas.
- Fortalecimiento del sistema de enseñanza agrícola especializada.

1.2. Diferencia entre modelos de producción agrícola

La globalización, las políticas de apertura comercial de las economías y mercados, el continuo y creciente ajuste estructural de las corporaciones agroalimentarias

han causado grandes cambios en el sector agrícola (Pengue, 2005), la incorporación de nuevos modelos de producción agrícola con nuevos modos de producción y uso de energía e insumos han traído consecuencias ambientales y sociales, de acuerdo a Rubio (2016):

- La tendencia de monocultivo crea ecosistemas simplificados e inestables, propensos a enfermedades y plagas.
- Empobrecimiento de los suelos, aceleración de procesos erosivos, pérdida de biodiversidad, etc.
- Fuertes dependencias de los agricultores en relación con la adquisición de insumos.
- Pérdida irreversible del patrimonio inmaterial asociado con el sistema tradicional.
- Las plantas tolerantes a los herbicidas obligan a los agricultores a utilizar más productos agrotóxicos.
- Extinción de cultivos indígenas y productos locales.
- Efectos secundarios a la salud por el uso excesivo de productos químicos.

Se pueden diferenciar dos modelos de producción antagónicos (Abasolo, 2011) uno basado en los monocultivos a gran escala sustentado por insumos tecnológicos (semillas genéticamente modificadas, fertilizantes y plaguicidas químicos) cuya producción es mayormente para efectos comerciales; por otro lado, está el modelo basado en las necesidades de subsistencia que responde básicamente a satisfactores alimenticios, donde las características básicas son: cultivos intercalados o policultivos, insumos energéticos obtenidos del mismo ecosistema, semillas criollas, abonos orgánicos y tecnología de tracción animal o energía humana.

La disciplina científica que enfoca el estudio de la agricultura desde una perspectiva ecológica se denomina “agroecología”, y se define como un marco teórico cuyo fin es analizar los procesos agrícolas de manera más amplia

(Gutiérrez *et. al.* 2008). El desarrollo del pensamiento ecologista y la nueva ética ambiental proporcionaron los fundamentos éticos y filosóficos a la Agroecología, ya que dentro del enfoque agroecológico se busca estudiar los sistemas agrarios en su sentido más amplio, donde los ciclos minerales, las transformaciones de energía, los procesos biológicos y las relaciones sociales y económicas son un todo (González, 2011).

Es un nuevo enfoque capaz de apoyar la búsqueda de alternativas más sustentables al estilo convencional hegemónico de la agricultura (Ataide *et. al.* 2015), donde se ha estado relacionado con estudios de desarrollo rural, debido a la creciente integración de las comunidades locales a las economías nacionales e internacionales (González, 2011).

La agroecología cuenta con aportes de teorías y disciplinas científicas como la ecología, la termodinámica y la teoría de sistemas (González, 2011), de las cuales se rescatan los siguientes fundamentos:

- Ecología: importancia de la interacción entre los componentes del mundo natural y social, así como el reconocimiento de la complejidad de lo real, la evolución y el cambio.
- Termodinámica: concepción de los procesos físicos y biológicos marcadas por la finitud, la irreversibilidad y la entropía.
- Teoría de sistemas: el enfoque holístico y sistémico que permite articular conceptos y construcciones teóricas.

Aunado a lo anterior, la construcción del enfoque agroecológico fue constituido a partir de conceptos y fundamentos teóricos y conceptuales, los cuales dan la base para el análisis de los distintos componentes de un sistema, entre esos fundamentos se destacan:

Esquema 2. Aportes originales a la agroecología

<p>Odum (1992) y Gliessman (2002)</p> <ul style="list-style-type: none">•Un ecosistema es definido como un sistema funcional de relaciones complementarias entre los organismos vivientes y su ambiente, definidos en un tiempo y espacio.
<p>Toledo (1985)</p> <ul style="list-style-type: none">•Los ecosistemas son capaces de automantenerse, autoregularse y autorrepararse independientemente de los hombres.
<p>Guha y Gadgil (1993)</p> <ul style="list-style-type: none">•Existen dos tipos de intervención humana en los ecosistemas, (1) la propia de las sociedades cazadores-recolectores, donde los recursos son obtenidos y transformados sin provocar cambios sustanciales en la estructura, dinámica y arquitectura de los ecosistemas naturales y (2) aquella que se produce cuando los ecosistemas naturales son parcialmente o totalmente reemplazados por conjuntos de especies animales o vegetales en proceso de domesticación.•Los primeros son capaces de automantenerse y autoreproducirse, los sistemas manipulados por los seres humanos son inestables, requieren de energía y también de materiales del exterior para su mantenimiento y reproducción.
<p>González (2011)</p> <ul style="list-style-type: none">•Las actividades de la sociedad modifican los ecosistemas y a su vez las respuestas de estos proveen de un marco tanto para la acción individual como para la organización social. Ahora bien, la mutua determinación de ambos mundos, el social y el natural, no implica concebirlos como separados uno del otro, donde cada uno pueda explicarse separadamente por las ciencias sociales o las naturales, la agroecología considera la sociedad en la naturaleza, con quien establece relaciones materiales de intercambio de energía, materiales e información.

Fuente: elaboración propia con base en González (2011)

La agricultura ecológica cuenta con una cosmovisión que incluye aspectos físicos y metafísicos, por su parte la agricultura convencional está ligada a una cosmovisión materialista, esta dicotomía crece debido al desarrollo económico desigual (Hernández, 1988), sin embargo buscar la sustentabilidad en la agricultura implica reducir el daño ambiental, mantener la productividad, promover el crecimiento económico a corto y largo plazo y mantener la estabilidad de vida en las comunidades (Domínguez, 2007).

La producción ecológica ha emergido a lo largo de los siglos de la evolución cultural y biológica, de manera que los campesinos han desarrollado o heredado agroecosistemas que se adaptan a condiciones locales, que para el caso de México, se caracterizan por tener una aplicación de conocimiento que se ha transmitido de generación en generación (Abasolo, 2011).

Tabla 1. Características de los sistemas convencionales y sistemas agroecológicos

Rubro	Sistema	
	Convencional	Agroecológico
Mano de obra	bajo, contratado	alto, familiar y comunal
Labranza	alto	bajo, conservación
Diversidad	bajo	alto
Cultivos	anuales, híbridos	anuales y perennes, cultivares locales
Semillas	todas compradas	locales
Integración de animales	ninguna	alta
Plagas	poco predecibles	más estables
Manejo de insectos	químico	cultural y biológico
Manejo de malezas	químico, mecánico	competencia, rotación
Manejo de patógenos	químico, resistencia vertical	rotación, resistencia horizontal, cultivares y cultivos mixtos
Importancia de procesos de descomposición	poca	alta
Manejo de agua	riego convencional, gran escala	riego artesanal, lluvia, materia orgánica, trampas de agua
Generación de tecnología	importada	participativa
Inserción en el mercado	total: compra-venta	parcial: autoconsumo y ventas
Inversión de capital	alta	baja
Productividad de la tierra	mediana	alta
Productividad de la mano de obra	alta	baja- mediana
Riesgos para la salud	alto	bajo
Riesgos para el ambiente	alto	bajo

Fuente: elaboración propia con base en Rosset y Torres (2016)

Las consecuencias negativas en la agricultura derivan del modelo convencional, el cual ha conseguido logros como los aumentos en la productividad agrícola y la amplia cobertura en la oferta de alimentos sin embargo, ha afectado al ambiente (Restrepo *et. al.* 2000), ya que el impacto que este modelo ha causado está relacionado con la misma producción que realiza, por los insumos químicos y maquinaria utilizada, todo esto lleva a la necesidad de la reconversión hacia prácticas agrícolas sustentables (Álvarez, *et.al.* 2005).

El modelo convencional está basado en la utilización intensiva de recursos, tanto naturales, humanos como tecnológicos (Domínguez, 2007) además de que se agota, no es la solución, como pretenden los gobiernos, sino que es la causa del impacto ambiental actual en el sector agrario (Castillo y Chaves 2016) y una de las principales causas de los impactos negativos en el ambiente y la calidad de vida de la población.

En resumen, el objetivo de la agricultura convencional se reduce a la producción de alimentos en la cantidad suficiente que permita obtener ingresos elevados y que este enfocada a la exclusividad del mercado y a la comercialización de productos; la agricultura ecológica por otra parte persigue el mismo objetivo de la producción de alimentos, sin embargo, toma en consideración la preservación del medio agrario y ambiente, además de una preocupación general por la salud y el bienestar humano.

La agroecología apoya una transición de los actuales modelos de desarrollo agrícola a una agricultura más sustentable, implica un proceso de evolución continua y creciente en el tiempo que requiere cambios de actitud y valores de los actores sociales en relación al manejo y conservación de los recursos naturales ,es una orientación que pretende el manejo ambiental de los recursos naturales a través de la acción social colectica de carácter participativo, integra y articula conocimientos de diferentes ciencias así como el saber popular. (Ataide *et. al.* 2016).

1.3. Sustentabilidad en sistemas agrícolas

Una forma de intervención de las sociedades hacia su ambiente es la actividad agrícola, (Gutiérrez *et. al.* 2008), sin embargo los problemas derivados de una incorrecta gestión en dicha actividad productiva ha mostrado la necesidad de una nueva conciencia ambiental que apunte hacia rectificar el rumbo del desarrollo (Tudela, 1993) el desarrollo sustentable es un constante proceso de cambio, donde la explotación de los recursos naturales, la economía y el desarrollo tecnológico, junto al camino institucional permiten compatibilizar la satisfacción de necesidades sociales presentes y futuras (Castillo y Chaves, 2016), lo cual es importante ya que es preciso el reconocimiento de los límites y potencialidades de la naturaleza en cuanto a su manejo responsable.

Se han propuesto dos versiones de sustentabilidad: la sustentabilidad débil, donde se cree que el capital construido por los seres humanos puede reemplazar el capital natural y la sustentabilidad fuerte donde no se cree que el capital natural pueda ser sustituido por el capital construido por los seres humanos (Tobasura, 2011). La sustentabilidad se ha convertido en uno de los hitos más importantes tanto en investigación como en la agenda política (Arnés, 2001), este concepto se tuvo como antecedentes diversos acontecimientos a partir de 1940, de acuerdo a Foladori y Pierri (2005) entre los más destacados están:

Esquema 3. Acontecimientos hacia la sustentabilidad

1948	<ul style="list-style-type: none">• Fairfield Osborn el presidente de la Sociedad Zoológica de Nueva York, publicó en 1948 un ensayo titulado <i>Nuestro planeta saqueado</i>, dedicado al daño causado por el hombre a su entorno.
1962	<ul style="list-style-type: none">• Se publicó el libro <i>Primavera Silenciosa</i> de Rachel Carson que denunciaba el efecto de los agroquímicos en el ambiente.
1968	<ul style="list-style-type: none">• <i>La explosión demográfica o Bomba P</i>, Paul Ehrlich, la tesis del libro predice una hambruna masiva que tendría lugar durante los años 1970 y 1980, por causa del crecimiento de la población mundial, y pide que acciones políticas sean inmediatamente estudiadas y puestas en acción, a efectos de alguna manera limitar el crecimiento demográfico.
1969	<ul style="list-style-type: none">• Se publicó el informe <i>Resources and Man</i> de la Academia Nacional de Ciencias de Estados Unidos la cual llamaba drásticamente la atención sobre el agotamiento de los recursos y la explosión demográfica.
1970	<ul style="list-style-type: none">• Paul y Anne Ehrlich publicaron: <i>Population, Resources and Environment</i>, la cual insiste en plantear el crecimiento demográfico como clave de la crisis ambiental.
1971	<ul style="list-style-type: none">• Barry Commoner publicó una obra titulada: <i>El círculo que se cierra</i> que plantea los efectos de la industrialización y la tecnología en el ambiente y en la calidad de vida humana.
1972	<ul style="list-style-type: none">• Se publicó el conocido informe <i>Los límites al crecimiento</i>, por el Club de Roma el cual sustenta la propuesta de crecimiento cero y es considerado el documento más influyente para establecer la alarma ambiental contemporánea.
1987	<ul style="list-style-type: none">• En el Informe Brundtland se define desarrollo sustentable como aquel que provee las necesidades de la generación actual, sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras.
1992	<ul style="list-style-type: none">• Surge la <i>Carta de la Tierra</i> en la Cumbre de la Tierra en Rio de Janeiro, donde se concordaron un conjunto de principios los cuales habrían de ser respetados por los gobiernos y la población y se adoptó un programa de acciones para promover la sustentabilidad, el cual se denominó: <i>Agenda 21</i>

Fuente: elaboración propia (2018)

Para América Latina y el Caribe los acuerdos de Estocolmo se tradujeron en la introducción de la gestión ambiental como parte de las tareas del Estado, que incluyó modificaciones en los sistemas jurídicos, la creación dentro de la estructura de la administración pública de agencias estatales especializadas en lo ambiental, y la expedición de políticas públicas para prever o mitigar el daño ambiental y proteger o restaurar valores ecológicos estratégicos (Rodríguez, 2007).

A partir del nacimiento del concepto de sustentabilidad se tuvieron diversos resultados como lo fue la Declaración sobre el Medio Ambiente Humano y el establecimiento del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente y la creación de instituciones y políticas ambientales nacionales en muchos países en desarrollo (Rodríguez, 2007).

La sustentabilidad para considerarse como tal, debe converger de tal forma que generen un flujo estable de ingresos, aseguren la equidad social, alcancen niveles de población socialmente convenientes, mantengan las fuentes de capital y protejan los servicios del ambiente que imparten vida (Mesino, 2006) la sustentabilidad abarca las siguientes dimensiones de acuerdo a Castillo y Chaves 2016, los cuales buscan los siguientes objetivos:

Esquema 4. Dimensiones y objetivos de la sustentabilidad

Dimensión ecológica o ambiental

- Preservación y regeneración de los ecosistemas, su productividad, ciclos naturales y biodiversidad.
- Protección de los bienes o recursos naturales necesarios para la soberanía y seguridad alimentaria.

Dimensión social

- Fortalecimiento de la identidad y tradición de las comunidades.
- Equilibrio demográfico y erradicación de la pobreza y riqueza.
- Acceso equitativo a los bienes ambientales, tanto intrageneracionales como intergeneracionales, entre géneros como entre culturas.
- Promover un nuevo estilo de desarrollo que favorezca el acceso y uso de los bienes naturales y preservación de la biodiversidad.

Dimensión económica

- Desarrollo económicamente eficiente y equitativo, redefinir la actividad económica de acuerdo con las necesidades materiales e inmateriales.
- Actividades económicas basadas en unidades de producción locales y diversificadas adaptadas a las características de los ecosistemas para usarlos de manera sustentable.
- Modelo económico regulador adecuado con los ciclos biogeoquímicos de la materia y que permitan perpetuarse en el tiempo.

Dimensión cultural

- Promover los patrones culturales y la diversidad cultural de los pueblos, que permita el florecimiento de colectivos tradicionalistas y preserven el patrimonio cultural heredado.
- Equidad promotora de los miembros de una comunidad, acceso con igualdad a oportunidades de educación y aprendizaje.

Dimensión política- institucional

- Procesos de democratización y de construcción de la ciudadanía.
- Fortalecimiento de la capacidad de las organizaciones sociales y comunitarias.

Fuente: elaboración propia con base en Castillo y Chaves 2016

La interacción entre los aspectos económico, ambiental y social en la sustentabilidad supone una búsqueda de equilibrio entre la eficiencia económica

(asignación óptima), la equidad social (distribución óptima) y la escala óptima de subsistema económico, se sabe que aunque teóricamente el objetivo es deseable, en la práctica conseguirlo resulta difícil; es necesario instrumentar políticas y proyectos de tal manera que permitan una gestión del sistema económico previendo y reduciendo al mínimo el deterioro ambiental (Durán, s/a).

Lo que refiere a la sustentabilidad en la agricultura va desde propuestas simples de ajustes en la producción hasta más radicales que encaran un objetivo a largo plazo, se puede implicar cambios en la producción y también en aspectos económicos, políticos, sociales, culturales y ambientales; es importante evaluar los sistemas agrícolas para hacerlos más sostenibles, lo que se realiza a través de una gran variedad de métodos, indicadores y enfoques de evaluación de sustentabilidad agrícola (Ataide *et. al* 2016).

El sistema productivo de la agricultura es el principal medio de interacción entre el hombre y el ambiente, siendo el responsable de las mayores transformaciones en el ecosistema, por lo cual la agricultura afecta en menor o mayor grado al ambiente y el modo de producción es fundamental para la sustentabilidad; alrededor del 60% de la tierra cultivada del mundo todavía se explota mediante métodos tradicionales, este tipo de agricultura se ha adaptado a las condiciones particulares locales, lo cual ha ayudado a pequeños agricultores a satisfacer sus necesidades de subsistencia, incluso bajo condiciones adversas, sin depender de la mecanización o de los fertilizantes y pesticidas químicos y combinando las actividades de producción con las de consumo (Altieri, 1999).

Lo importante es que se aclare que no se trata de un intento más de cómo encajar la cuestión ambiental dentro de los regímenes agrícolas ya establecidos, sino de buscar una sinergia real en tres aspectos: ecología, economía y ciencia agropecuaria, el fin último y primordial de la sustentabilidad consiste en encontrar formas en que la especie humana pueda vivir en este planeta sin comprometer el futuro (Gutiérrez *et. al.* 2008).

1.4. Evaluaciones de sustentabilidad en localidades con sistemas agrícolas

La sustentabilidad es un término complejo que implica simultáneamente factores ambientales, sociales y económicos (Durán, 2000) además de tecnológicos, institucionales y culturales, es por ello que se requiere un abordaje multidisciplinario; los esfuerzos realizados se han concentrado en la elaboración de listas de indicadores, así como en el cálculo de índices, puede decirse que son relativamente escasos los esfuerzos sistemáticos consistentes dirigidos a desarrollar marcos de evaluación para la sustentabilidad que hayan probado además de consistencia teórica, la aplicabilidad práctica (Masera *et. al.* 1999).

En los últimos años una de las cuestiones más preocupantes ha sido conocer si las pautas de la sustentabilidad verdaderamente se llevan a cabo, además de conocer la evolución positiva o negativa de este proceso (Durán, s/a), sin embargo, ya que la sustentabilidad se ha manejado la mayoría de las veces como un concepto teórico, por lo que no se ha medido directamente como un término operativo, sin embargo a lo largo de los últimos años se han realizado esfuerzos para que este concepto pueda medirse (Astier *et. al.* 1999).

Es importante considerar el uso de los recursos naturales en las actividades productivas ya que de no hacerlo se corre el riesgo de un agotamiento de recursos (Neri- Noriega *et al.* 2008), la sustentabilidad en los sistemas de producción es la capacidad que un sistema tiene para mantener su productividad estable a pesar de las perturbaciones ambientales, económicas o sociales que se tengan, ya sea de manera interna o externa (Castillo y Chaves, 2016).

Es necesario hacer de la sustentabilidad un concepto operativo, debido a su complejidad y ambigüedad, además la sustentabilidad es un concepto integrador e indivisible, lo que significa que no existe una sustentabilidad ambiental, economía o social por si solas, sino que es la integración de todas lo que alcanza un equilibrio en la sustentabilidad (Neri- Noriega *et, al.* 2008).

La sustentabilidad se caracteriza por siete diferentes atributos, los cuales son:

Tabla 2. Áreas de evaluación y atributos de la sustentabilidad.

Áreas de evaluación	Atributos por área
Atributos económicos	Productividad: capacidad de producir la mayor cantidad de bienes y riqueza en un determinado tiempo y en un área a partir de insumos.
	Rentabilidad: capacidad de generar ganancias y utilidades (riqueza) a partir de determinados costos.
Atributos ambientales	Estabilidad: capacidad del sistema de mantener, manejar su estado estable (equilibrio dinámico).
	Adaptabilidad: capacidad de un sistema de recuperar un estado estable después de una perturbación o afectación.
	Resiliencia: capacidad de recuperar su equilibrio rápidamente.
Atributos sociales	Auto-organización: capacidad del sistema de distribuir sus actividades y trabajo.
	Autogestión: capacidad de obtener del exterior los recursos para la satisfacción de las necesidades.
Atributo tecnológico	Adaptabilidad tecnológica: capacidad del sistema para aplicar diversas tecnologías en diversas condiciones, tiempos y situaciones.
Atributo cultural	Adaptabilidad cultural: capacidad del sistema de adoptar tecnologías las cuales no dañen las creencias y las costumbres.
Atributo institucional	Viabilidad institucional: habilidad del sistema para contar con instituciones (gubernamentales, educativas y sociales) que hagan viables, respalden y apoyen las propuestas para que se realicen.

Fuente: extraído de Gutiérrez (2012)

Es un reto el uso de indicadores relativamente simples para algo que supone ser complejo (Gutiérrez, *et. al.* 2008), a lo largo de la historia, los esfuerzos por medir la sustentabilidad se han enfocado en indicadores, la clasificación de estos de acuerdo a su enfoque metodológico se define de acuerdo a Quiroga (2001) y Solórzano (2002) a través de diferentes generaciones:

Primera generación (1980-hasta ahora)

- Reciben el nombre de indicadores ambientales o de sostenibilidad ambiental.
- Corresponden al desarrollo producido a partir de los años 80's.
- Dan cuenta de un fenómeno complejo desde un sector productivo (salud, agricultura, forestal) o desde un número reducido de dimensiones (ambiental referido a variables de contaminación o de recursos naturales).

- Estos indicadores no hacen explícita su relación con dinámicas socioeconómicas complejas.
- Sobre la base de estos indicadores se lograron diseñar e implementar progresivamente aquellos que se consideraban sistemas más complejos.
- Ejemplos de estos indicadores son: indicadores ambientales de calidad del aire de una ciudad, indicadores de contaminación de agua por coliformes, indicadores de deforestación o de cambio de uso de suelo.

Segunda generación (1990-presente)

- También llamados indicadores de desarrollo sostenible
- No se vinculan entre ellos, sino que se presentan conjuntamente pero sin un carácter sinérgico.

Tercera generación

- Se utilizan un número de indicadores limitado que se vinculen entre ellos.

No existe un conjunto de indicadores universales, las diferencias en la escala de análisis, objetivos deseados, actividad productiva, entre otros, hacen imposible su generalización (Sarandón y Flores, 2009), es preciso recalcar que la mayoría de los países en el mundo se encuentran trabajando en la primera y segunda generación de los indicadores de manera simultánea, sin embargo, como toda meta hacia el desarrollo se reconoce la necesidad de avanzar en el desarrollo y la aplicación de la tercera generación de indicadores.

El concepto de sustentabilidad, las metas y las herramientas han evolucionado al pasar de los años, a través de diferentes esfuerzos en distintos componentes de la teoría, la evaluación y la práctica, algunos de los métodos y técnicas de apoyo que se han utilizado son los siguientes:

Tabla 3. Síntesis de métodos y técnicas de apoyo para la sustentabilidad.

Métodos y técnicas	Objetivos	Fortalezas	Debilidades	Comentarios
Evaluación de impactos ambientales (EIA)	Analiza a priori los impactos ambientales de proyectos o inversiones	Toma en cuenta más de una alternativa de proyecto	Involucra subjetividades de quien los concibe o elabora	Es fundamental que la EIA se realiza en la etapa de anteproyecto
Indicadores de sustentabilidad	Proporciona valoraciones cuantitativas y cualitativas para estimar si está o no en camino a la sustentabilidad	Permite reducir la dependencia de la simple intuición para conocer el estado de mejoramiento o empeoramiento de la calidad ambiental y social	Existe un sesgo debido a las subjetividades de quien los concibe o elabora	No proporcionan respuestas por sí mismos, solo valoran conceptos que se requieren conocer.
Análisis de ciclo de vida	Relaciona los efectos ambientales generados a lo largo del ciclo de vida de los materiales	Incluye el ciclo de vida completo de los productos y procesos	Carece de detalle espacial y temporal. No considera aspectos sociales y económicos	Se traslapa con varias técnicas: EIA, normas ISO, indicadores sustentables, ciclo de vida económica
Normas ISO 14000	Regulan la gestión ambiental, la prevención de la contaminación, y contribuye a la búsqueda de la sustentabilidad	Los países, organizaciones y empresas pueden adoptar las normas en función de sus necesidades y limitaciones	La adaptación de las normas no es indicativo de que se respetara el ambiente ni que aumentarían automáticamente la calidad de los productos	Hasta ahora son de adaptación voluntaria
Decisiones Multicriterio	Trata problemas de optimización de varios objetivos simultáneos (económicos, ambiental) que frecuentemente están en conflicto	Existen soportes informáticos comerciales para resolver con rigor científico las ponderaciones de las diferentes alternativas	El decisor sesga el resultado final con la inclusión de sus preferencias	En ocasiones también se les denomina decisiones multiatributo
Ciclo de vida económico de los materiales	Valora el rendimiento económico de los materiales desde la instalación hasta un tiempo prefijado	Se evalúan simultáneamente grupos de productos	Si no se extreman cuidados se pueden confundir con los conceptos costo del ciclo de vida y análisis del ciclo de vida	Es una técnica muy reciente que todavía le falta mucho desarrollo

Fuente: extraído de López (2008)

Los indicadores de sustentabilidad constituyen el instrumento de evaluación de la sustentabilidad más adoptada en términos prácticos y teóricos, un indicador de sustentabilidad es una medida cuya interpretación evidencia la condición de un sistema como sostenible o no, según los estándares establecidos para el contexto, los indicadores pueden contribuir a los procesos de la toma de decisiones que se refieren a la sustentabilidad (Ataide *et. al* 2016).

A partir de los trabajos iniciales de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) se han elaborado conjuntos de indicadores de sustentabilidad de la agricultura (Ataide *et. al.* 2016) sin embargo los desafíos enfrentados en la selección y diseño de los indicadores llevaron a la demanda y al desarrollo de enfoques que permitan el proceso de análisis (Ataide *et. al.* 2016).

Las evaluaciones de sustentabilidad emergieron como una de las herramientas que se han utilizado para hacer operativo el termino de sustentabilidad, estas evaluaciones se caracterizan por haber sufrido cambios a través de varias generaciones, estos cambios se notan en el cambio de metas, la metodología aplicada, la subjetividad de las mediciones y la participación interactiva, lo cual especifica Arnés (2011) de la siguiente manera:

- **Primera generación:** son aquellas que se centran en medir y cuantificar los resultados obtenidos, siendo realizadas normalmente por un investigador especializado en instrumentos de medición.
- **Segunda generación:** exigían un poco más de planificación; en este sentido describían las fortalezas y debilidades en relación con unos objetivos previamente establecidos y a partir de la medición de los cambios operados en las variables analizadas, se contrastaban con los objetivos.
- **Tercera generación:** se caracterizaban por poner el énfasis en la necesidad de incorporar valoraciones y juicios a la evaluación, esto supuso un gran avance para la ciencia evaluativa ya que obligo a apreciar y a reconocer la existencia de una pluralidad de valores y, por tanto, una pluralidad de criterios

de valoración, en la sociedad donde se desenvuelven los programas, proyectos o planes a evaluar.

- **Cuarta generación:** se consideran evaluaciones interactivas ya que por su contenido y su propósito se definen a través de un proceso negociado en el que participan directamente todos los implicados.

Llevar actualmente una evaluación sobre sustentabilidad es un esfuerzo integrador, donde confluye el análisis de procesos ambientales con fenómenos de tipo socioeconómico; además de trabajar con marcos multicriterio basados en indicadores cualitativos y cuantitativos (Astier *et. al.* ,1999), los esfuerzos realizados hacia los marcos de evaluación se resumen de la siguiente manera:

Tabla 4. Comparación de distintos marcos de evaluación de sustentabilidad

Marco	Enfoque	Áreas de evaluación	Tipo de escala	Experiencias en estudios de caso
FESLM Marco para la Evaluación del Manejo Sustentable de la Tierra (Framework for Evaluation of Sustainable Land Management)	Orientado a objetivos	Ambiental Económico	Espacial (parcela-región)	Alta
Presión-Estado-Respuesta	Sistémico	Ambiental	Institucional (Comunidad-nación)	Alta
IICA Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura	Sistémico	Ambiental Económico	Institucional	Baja
Stockle y colaboradores	Orientado a objetivos	Ambiental	Espacial (parcela agrícola)	Baja
PICABUE	Orientado a objetivos	Social	Institucional (Comunidad-nación)	Baja
MARPS Mapeo Analítico, Reflexivo y participativo de la Sustentabilidad,	Orientado a objetivos	Ambiental	Institucional (Comunidad-nación)	Media
Lewandowski y colaboradores	Orientado a objetivos	Ambiental	Espacial (parcela agrícola)	Baja
CIFOR Centro de Investigación Forestal Internacional (Center	Orientado a objetivos	Ambiental Económico	Espacial (cientos a miles de ha)	Alta

for International Forestry Research)				
MESMIS Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de recursos naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad	Sistémico	Ambiental Económico Social	Institucional	Alta
Evaluación de satisfactores	Sistémico	Ambiental Económico Social	Institucional	Media
Manejo de resiliencia	Sistémico	Ambiental Económico Social	Institucional	Baja
AMESH	Sistémico	Ambiental Económico Social	Institucional	Baja

Fuente: extraído de Astier *et al.*, 2008

Las sociedades interactúan con su ambiente local, enriqueciéndolo o degradándolo de acuerdo con el conocimiento y valoración que tengan de él, a su vez, el ambiente responde proporcionando a la sociedad recursos de alta o baja calidad, según el nivel de degradación a que ha sido sometido (Gutiérrez et. al. 2008).

El manejo sustentable de recursos naturales constituye uno de los principales retos para la ciencia y la sociedad contemporánea, involucra intervenciones humanas en los sistemas socio-ambientales (Casas *et, al*, 2014), una estrategia relevante es el Manejo de Recursos Naturales (MRN) el cual usa el uso de principios agroecológicos generales y la adaptación de las tecnologías agrícolas a las necesidades y circunstancias locales (Gutiérrez et. al. 2008).

Lo anterior incluye las acciones para el aprovechamiento y apropiación del uso de recursos y ecosistemas, lo cual implica la permanencia a largo plazo, además de considerar el bienestar humano que garantice la equidad y autonomía que se necesita para la calidad de vida y el equilibrio del ambiente, así como el avance del desarrollo a nivel local y global.

CAPITULO II. Metodología

2.1. El Marco Metodológico para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales mediante Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS)

El MESMIS es una herramienta que permitió el acercamiento al conocimiento del estado de la sustentabilidad de 5 localidades rurales (Puente Caporal, Colonia Juárez, El Carmen, Zacango, El Progreso Hidalgo) y 1 urbana (Santa Ana Ixtlahuatzingo), ubicados en los municipios de Malinalco, Tenancingo de Degollado y Villa Guerrero.

Un apoyo que surge para hacer operativo el término de sustentabilidad es la metodología MESMIS, ya que puede aplicarse a diferentes sistemas de producción, todo con la finalidad de alcanzar el objetivo perseguido de un desarrollo social más equitativo y ambientalmente sano de las comunidades rurales (Domínguez, 2017).

La evaluación MESMIS surge del esfuerzo multidisciplinar de varias instituciones de desarrollo mexicanas que trabajaron en distintos aspectos del manejo de agroecosistemas complejos, es una herramienta metodológica para evaluar la sustentabilidad de los sistemas de manejo de recursos naturales, con énfasis en los pequeños agricultores y su contexto local (López-Ridaura, *et. al.* 2001), el MESMIS es aplicable bajo los siguientes parámetros:

- El concepto de sustentabilidad se define a partir de los atributos de la sustentabilidad.
- La evaluación de sustentabilidad se lleva a cabo y es válida solamente para:
 - a. Sistemas de manejo específicos en un determinado lugar geográfico y bajo un determinado contexto social y político.
 - b. Una escala espacial (parcela, unidad de producción, comunidad, localidad, entre otros) previamente determinada.

- La sustentabilidad no puede evaluarse *per se* sino de manera comparativa o relativa , para esto existen dos vías fundamentales:
 - 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 o innovador con un sistema de referencia (comparación transversal).
- La evaluación de sustentabilidad es un proceso cíclico que tiene como objetivo central el fortalecimiento tanto de los sistemas de manejo como de la metodología utilizada.

MESMIS se propone como un proceso de análisis y retroalimentación, se busca evitar que el análisis proporcione simplemente una calificación de los sistemas de manejo en escalas de sustentabilidad, según Arnés (2011) algunos de los atributos de la aplicación de este marco son:

- Ayuda a la evaluación de la sustentabilidad de sistemas de manejo de recursos naturales, haciendo énfasis en el ámbito local y los productores campesinos.
- Su estructura flexible permite adaptarse a diferentes niveles de información, de contexto y de capacidades técnicas disponibles.
- Busca entender de manera integral la intersección de procesos ambientales con el ámbito social, económico, tecnológico, institucional y cultural.

Los puntos críticos son los aspectos o procesos que limitan o fortalecen la capacidad de los sistemas para sostenerse en el tiempo o los procesos que facilitan u obstaculizan la sustentabilidad del sistema y los criterios de diagnóstico describen los atributos generales de la sustentabilidad, constituyen el vínculo necesario entre atributos, puntos críticos e indicadores, con el fin de que los últimos permiten evaluar de manera efectiva y coherente la sustentabilidad del sistema. (Astier *et.al* 1999). Los resultados están relacionados con las escalas de

análisis en los términos espaciales, temporales y las especificidades del sistema en estudio (Ataide *et. al* 2016).

Según Ataide *et. al.* (2016) el MESMIS fue creado en 1995 por un grupo interdisciplinario y multiinstitucional de México, con el propósito de traducir principios generales de sustentabilidad en definiciones operativas, todo esto se realiza a través de los atributos de sustentabilidad los cuales implican aspecto de diferentes dimensiones, por el abordaje sistémico del método, el MESMIS sugiere que se utilicen indicadores cualitativos y cuantitativos que reflejen las diferentes dimensiones de la sustentabilidad.

En la actualidad todo debate que involucra el concepto de sustentabilidad confronta diversos paradigmas políticos, ideológicos y científicos, lo cual resulta en diversas definiciones acerca de un sistema productivo sostenible, el MESMIS es un enfoque de evaluación de sustentabilidad agrícola, en el contexto de la búsqueda de formas más sustentables de agricultura se identifican diversas iniciativas entre las que destaca la agroecología, un enfoque holístico para el desarrollo rural sustentable (Ataide *et. al.* 2016).

El MESMIS permite la flexibilidad ya que el equipo evaluador define el concepto de sustentabilidad, identifica los puntos críticos del agroecosistema, determina los criterios de diagnóstico y define los indicadores de sustentabilidad, como consecuencia cada proceso de evaluación adopta criterios propios, al tener los indicadores es necesario establecer valores óptimos de acuerdo a cada uno, la comparación de los valores reales con los valores óptimos permite la comprensión entre las ventajas y desventajas del sistema evaluado (Ataide *et. al.* 2016).

2.2. Etapas metodológicas

El ciclo de evaluación de la sustentabilidad en localidades con diferente modelo de producción agrícola consistió en siete etapas:

Etapa 1. Determinación del objeto de estudio

El objeto de la zona de estudio consto de seis localidades ubicadas en los municipios de Malinalco, Tenancingo de Degollado y Villa Guerrero en el Estado de México, se consideró la división político-administrativa del mismo estado.

Etapa 2. Selección de indicadores estratégicos

A partir de los atributos de la sustentabilidad se definieron los criterios de diagnóstico, permitiendo así la selección de los indicadores estratégicos, el modo de determinación de estos fue a partir de datos censales del INEGI, estudios previos, fotointerpretación cartográfica, observación directa y aplicación de cuestionarios, se seleccionaron un total de 20 indicadores:

Tabla 5. Indicadores estratégicos seleccionados

Atributo general	Criterio de diagnostico	Indicador	Método de determinación	Unidad de medición
Auto-organización	Distribución de actividades de trabajo y	1. Porcentaje de uso agrícola en la localidad	Fotointerpretación cartográfica	% de superficie con uso agrícola
Equidad	Distribución de riqueza y beneficios	2. Grado de escolaridad	Registros de censo poblacional	No.
		3. Población en hogares censales indígenas		
Productividad	Rentabilidad	4. Población económicamente activa		
		5. Población ocupada		
		6. Población desocupada		
		7. Población sin limitación de actividad		
Estabilidad Adaptabilidad Resiliencia	Calidad, conservación y protección de los recursos naturales	8. Porcentaje de los procesos erosivos en la localidad.	Fotointerpretación cartográfica	% de procesos erosivos

Evaluación comparativa de la sustentabilidad en localidades con sistemas agroecológicos y localidades con sistemas agrícolas convencionales en el sur del Estado de México

		9. Agrodiversidad de especies cultivadas	Cuestionarios y entrevistas	No. de especies cultivadas
		10. No. de huertos familiares	Fotointerpretación cartográfica y Observación directa en campo	No.
		11. Fertilidad del suelo	Muestreo y análisis de laboratorio	% de fertilidad del suelo
Adaptabilidad tecnológica	Capacidad del sistema de adopción de nuevas tecnologías en diversas condiciones, tiempos y situaciones	12. Porcentaje de uso de fertilizantes	Cuestionarios y entrevistas	% de uso de fertilizantes
		13. Porcentaje de uso de pesticidas	Cuestionarios y entrevistas	% de uso de pesticidas
Viabilidad institucional	Habilidad del sistema para contar con instituciones (gubernamentales, educativas y sociales)	14. No. de organizaciones civiles con intervención en la localidad.	Cuestionarios e investigación documental	No.
		15. No. de universidades		
		16. No. de instituciones privadas		
		17. No. de dependencias municipales con incidencia en la localidad.		
		18. No. proyectos gubernamentales y de universidades		
		19. No. proyectos sociales o privados		
Adaptabilidad cultural	Capacidad del sistema de adoptar tecnologías que no dañen creencias y costumbres	20. Tradiciones agroecológicas prácticas	Cuestionarios y entrevistas	No.

Fuente: elaboración propia (2018)

Etapa 3. Medición de indicadores

Se obtuvieron los resultados de los indicadores, los datos obtenidos reflejan la condición actual de cada localidad, los cuales se identifican en esta investigación

como valores reales, todo estos obtenidos en medida de la información disponible, el hecho de ser una investigación aplicada a nivel local manifestó un reto al momento de la obtención de datos cuantitativos ya que gran parte de la información disponible que es generada por dependencias institucionales es a nivel estatal o municipal, además se aplicaron un total de 20 cuestionarios por localidad en el periodo de Enero 2017- Julio 2017 (ver anexo 1), los cuales fueron aplicados con la finalidad de obtener información faltante de los indicadores estratégicos, estos cuestionarios fueron aplicados mediante un muestreo por conveniencia.

Etapa 4. Definición de valores óptimos

Para contrastar los valores reales se consideró el argumento de Romero *et. al.* (2011), quienes mencionan que los valores óptimos para un objeto de estudio son aquellos valores máximos alcanzados o deseables a alcanzar que se fijan por medio de la información disponible y bibliografía del tema en específico en este sentido, para cada localidad es diferente el valor óptimo ya que las condiciones de vida son distintas y los ideales para cada sitio es diferente, lo cual dio como resultado la generación de los valores óptimos.

Tabla 6. Criterios y fuentes de valor óptimo por indicador

Indicador	Criterio para asignación del valor óptimo	Fuente del valor óptimo
Porcentaje de uso agrícola en la localidad	Porcentaje de superficie apta para actividad agrícola	INEGI, 2018
Grado de escolaridad	Años esperados de escolaridad	IDH(Índice de Desarrollo Humano), 2012
Población en hogares censales indígenas	Número de población igual comparada entre dos censos aplicados en diferentes años	Romero, <i>et, al</i> , 2011
Población económicamente activa	Población de 15 años o más con posibilidad de empleo	Romero, <i>et, al</i> , 2011
Población ocupada	Población de 15 años o más con empleo	Romero, <i>et, al</i> , 2011
Población desocupada	Mínima población desocupada	Romero, <i>et, al</i> , 2011
Población sin limitación de actividad	Población de 15 años o más con posibilidad de empleo	Romero, <i>et, al</i> , 2011
Porcentaje de los procesos erosivos en la localidad.	Valor nulo de erosión en la localidad	Jiménez-Cruz <i>et.al.</i> ,2015
Agrobiodiversidad de especies	Número total de especies	Contreras,2016

cultivadas	consideradas	
No. de huertos familiares	Total de viviendas habitadas en la localidad	Gutiérrez, <i>et. al.</i> 2012
Fertilidad del suelo	Nivel máximo de fertilidad	Jiménez-Cruz <i>et.al.</i> ,2015
Porcentaje de uso de fertilizantes	Uso cero de fertilizantes químicos	Contreras,2016
Porcentaje de uso de pesticidas	Uso cero de pesticidas químicos	Contreras,2016
No. de organizaciones civiles con intervención en la localidad.	Máximo de organizaciones con intervención en la localidad	Contreras,2016
No. de universidades	Máximo no. de universidades con intervención en lo localidad	Contreras,2016
No. de instituciones privadas	Máximo de instituciones privadas con intervención en la localidad	Contreras,2016
No. de dependencias municipales con incidencia en la localidad.	Máximo de dependencias con intervención en la localidad	Contreras,2016
No proyectos gubernamentales y de universidades	Mínimo de proyectos realizados	Romero, <i>et, al,</i> 2011
No proyectos sociales o privados	Mínimo de proyectos realizados	Romero, <i>et, al,</i> 2011
Tradiciones agroecológicas practicadas	Mayor número de tradiciones practicadas	Jiménez-Cruz <i>et.al.</i> ,2015

Fuente: elaboración propia (2018)

Etapa 5. Indización de resultados

A partir de que se establecieron los valores óptimos se realizó la indización de resultados que consiste en ordenar los datos de acuerdo a criterios comunes de tal manera que faciliten su consulta y análisis, cabe mencionar que el índice obtenido es el que posteriormente sirvió para la representación gráfica del comportamiento de los indicadores en cada una de las localidades y la obtención del Índice General de Sustentabilidad.

Tabla 7. Formulas para obtención del índice

Indicador	Criterio para asignación del valor óptimo
Porcentaje de uso agrícola en la localidad	Valor real/ valor óptimo *100
Grado de escolaridad	Valor real/ valor óptimo *100
Población en hogares censales indígenas	Valor óptimo/ valor real*100
Población económicamente activa	Valor real/ valor óptimo *100
Población ocupada	Valor real/ valor óptimo *100
Población desocupada	Valor óptimo/ valor real*100
Población sin limitación de actividad	Valor real/ valor óptimo *100
Porcentaje de los procesos erosivos en la localidad.	Valor óptimo/ valor real*100

Agrobiodiversidad de especies cultivadas	Valor real/ valor óptimo *100
No. de huertos familiares	Valor real/ valor óptimo *100
Fertilidad del suelo	Valor real/ valor óptimo *100
Porcentaje de uso de fertilizantes	Valor óptimo/ valor real*100
Porcentaje de uso de pesticidas	Valor óptimo/ valor real*100
No. de organizaciones civiles con intervención en la localidad.	Valor real/ valor óptimo *100
No. de universidades	Valor real/ valor óptimo *100
No. de instituciones privadas	Valor real/ valor óptimo *100
No. de dependencias municipales con incidencia en la localidad.	Valor real/ valor óptimo *100
No proyectos gubernamentales y de universidades	Valor real/ valor óptimo *100
No proyectos sociales o privados	Valor real/ valor óptimo *100
Tradiciones agroecológicas practicadas	Valor real/ valor óptimo *100

Fuente: elaboración propia (2018)

Etapa 6. Presentación e integración de resultados

La presentación de resultados estuvo ligada a los objetivos específicos de esta investigación, realizando una comparación entre localidades con sistemas agroecológicos, seguido de la comparación de las localidades con sistemas de agricultura convencional y finalmente con el análisis comparativo de las localidades con sistemas agrícolas diferentes. Dicha comparación se realizó a partir de los índices resultantes de cada indicador y de cada localidad, para una mejor descripción de los datos así como un orden adecuado, se clasificó por atributo de sustentabilidad.

Etapa 7. Elaboración de la Propuesta para el Manejo Sustentable de Recursos Naturales (MSRN)

Se propusieron recomendaciones para fortalecer el camino hacia la sustentabilidad en las localidades, cada una de las ideas se presentaron conforme a cada atributo de la sustentabilidad con la intención de que las áreas analizadas puedan ser fortalecidas y mejoradas.

CAPITULO III. Resultados y discusión

En este capítulo se describe y analiza lo siguiente: (3.1) Caracterización geográfica ambiental del área de estudio, (3.2) Caracterización social del área de estudio, (3.3) Resultados de indicadores estratégicos, (3.4) Valores reales de los indicadores estratégicos en las localidades, (3.5) Valores óptimos de los indicadores y fuentes, (3.6) Indización de indicadores a partir de los valores reales y óptimos. (3.7) Integración de los indicadores mediante gráficas radiales, (3.8) Análisis comparativo de los índices generales de sustentabilidad, (3.9) Análisis comparativo de la sustentabilidad por indicadores entre localidades con sistemas agroecológicos y con sistemas de agricultura convencional, (3.10) Análisis comparativo de la sustentabilidad por atributo entre localidades con sistemas agroecológicos y con sistemas de agricultura convencional, (3.11) Propuesta para el manejo sustentable de recursos naturales (MSRN) en las localidades estudiadas.

3.1. Caracterización geográfica ambiental del área de estudio

En este capítulo se aborda el área de estudio, el objetivo es presentar un panorama general del contexto actual de la zona dentro del territorio mexiquense, la descripción de las condiciones geográficas-ambientales y sociales corresponde a los tres municipios donde se encuentran localizadas las seis localidades de la presente investigación.

El área de estudio se localiza al sur del Estado de México, en la zona de transición ecológica (ecotono), en donde interactúan dos reinos biogeográficos: neotropical y Neártico; (Juan, 2013) menciona que aunado a estas características, las condiciones geográficas, geológicas, edafológicas y climáticas, así como aspectos ambientales, ecológicos y biológicos permiten la coexistencia de una amplia variedad faunística y florística.

De principio cabe mencionar que de acuerdo a los planes de desarrollo municipal actualmente los 125 municipios del Estado de México están estructurados alrededor de 20 regiones socioeconómicas delimitadas según sus características

preponderantes como actividad y dependencia económica, perfil poblacional, infraestructura, oferta educativa, etc. La zona de estudio de la investigación se encuentra en la región VII Ixtapan de la Sal, la cual comprende 15 municipios.

Las colindancias de la Región VII Ixtapan de la Sal son: al norte limita con los municipios de Valle de Bravo, Amanalco, Zinacantepec, Tenango del Valle, Texcalyacac y Tianguistenco, al oriente con el Estado de Morelos, al sur con el Estado de Guerrero y al poniente con los municipios de Amatepec, Tejupilco y Zacazonapan del Estado de México. En esta investigación las localidades de estudio se encuentran ubicadas en los municipios de Malinalco, Tenancingo y Villa Guerrero, los cuales tienen las siguientes características de acuerdo a la región y a la entidad:

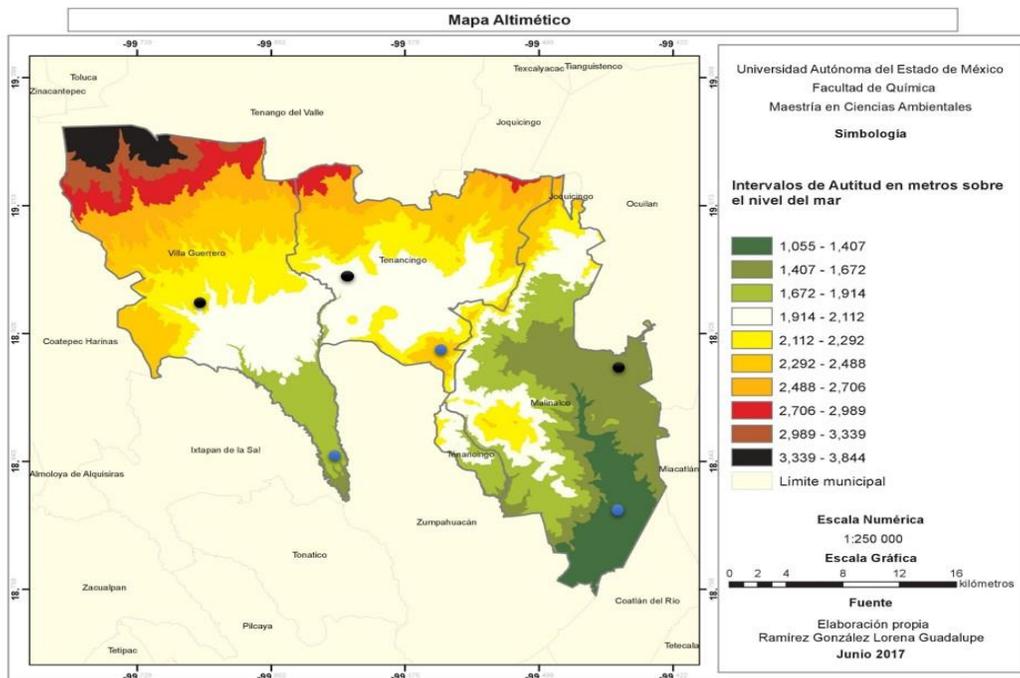
Tabla 8 Superficie municipal y regional en el Estado de México en la Región VII: Ixtapan de la Sal

	Superficie municipal	% respecto a la región	% respecto a la entidad
Estado de México	22,487.64	NA	NA
Región VII	3,655.98	NA	16.26
Malinalco	217.99	5.96	0.97
Tenancingo	164.30	4.49	0.73
Villa Guerrero	228.95	6.26	1.02

Fuente: extraído del plan de desarrollo municipal de Malinalco (2016)

Para este estudio se consideraron seis localidades ubicadas en los municipios de Malinalco, Tenancingo de Degollado y Villa Guerrero, las localidades son: Puente de Caporal (La Guancha) y Colonia Juárez del municipio de Malinalco; Santa Ana Ixtlahuatzingo y El Carmen del municipio de Tenancingo de Degollado y finalmente Zacango y el Progreso Hidalgo en el municipio de Villa Guerrero, debido a sus condiciones geográficas, sociales, económicas, ambientales que permiten la evaluación en las localidades, las cuales se encuentran ubicadas en una altitud entre los 1200 y 2400 msnm como se puede apreciar en el siguiente mapa:

Mapa 1. Altimetría en los municipios de Malinalco, Tenancingo de Degollado y Villa Guerrero.



Fuente: elaboración propia con base en datos del INEGI (2017)

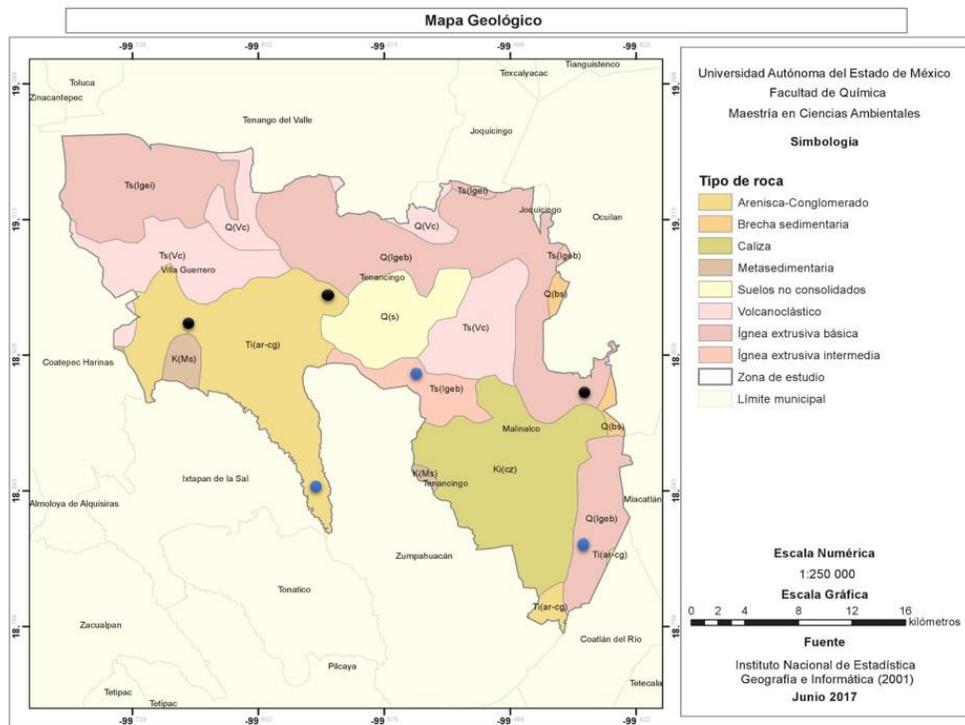
En esta zona de estudio las rocas de tipo sedimentaria son las que predominan, seguidas del tipo de roca ígnea extrusiva, según información extraída del INEGI (2010) (véase tabla 10), en general los tres municipios presentan diferentes tipo de rocas como lo son: arenisca-conglomerado, brecha sedimentaria, caliza, metasedimentaria, volcanoclástico, ígnea extrusiva básica e ígnea extrusiva intermedia (véase mapa 2).

Tabla 9. Geología en las localidades de estudio

Municipio	Localidad	Tipo de roca
Malinalco	Puente de Caporal (La Guancha)	Sedimentaria
	Colonia Juárez	Ígnea extrusiva
Tenancingo de Degollado	Santa Ana Ixtlahuatzingo	Sedimentaria
	EL Carmen	Sedimentaria
Villa Guerrero	Zacango	Ígnea extrusiva
	El Progreso Hidalgo	Sedimentaria

Fuente: elaboración propia con base en el INEGI

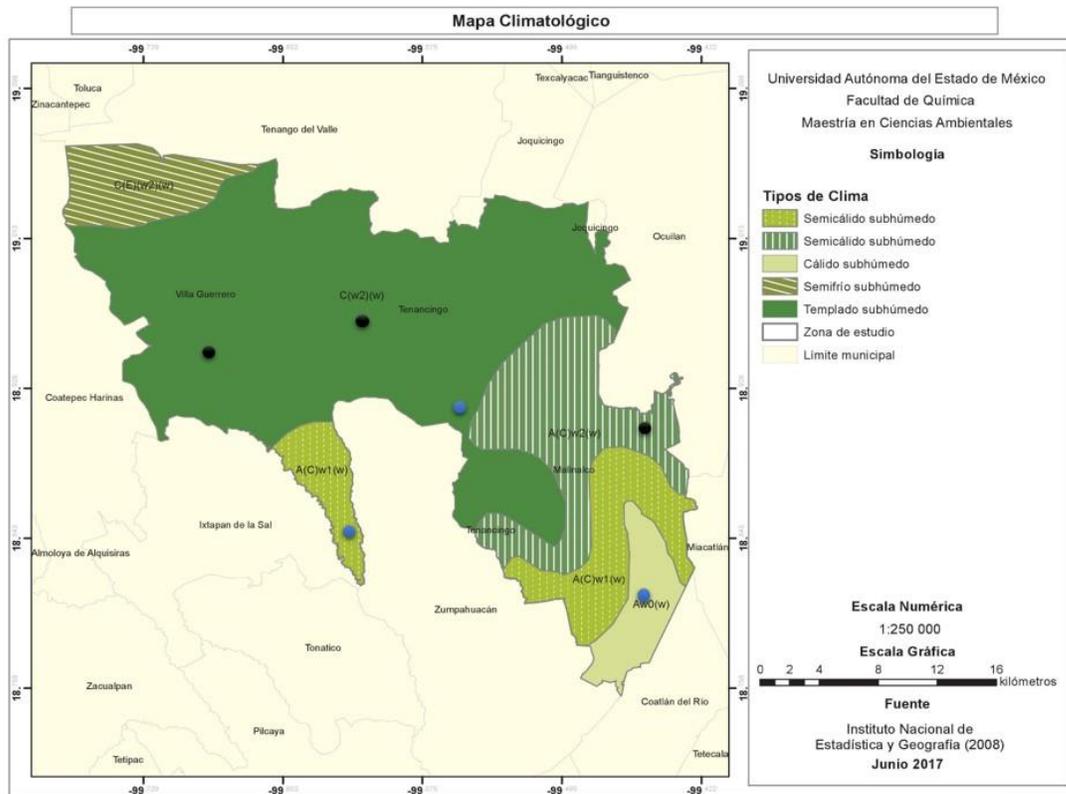
Mapa 2. Geología en los municipios de Malinalco, Tenancingo de Degollado y Villa Guerrero.



Fuente: elaboración propia con base en datos del INEGI (2001)

Referente a los climas, los que predominan son: en primer lugar el semicálido subhúmedo, el cual implica que la temperatura media anual mayor sea de 18°C, en segundo lugar, el cálido subhúmedo el cual tiene una temperatura media anual mayor de 22°C y finalmente el semifrío subhúmedo el cual se encuentra entre una temperatura media anual entre 5° y 12°C, como se aprecia en el siguiente mapa:

Mapa 3. Clima en los municipios de Malinalco, Tenancingo de Degollado y Villa Guerrero.



Fuente: elaboración propia con base en datos del INEGI (2008)

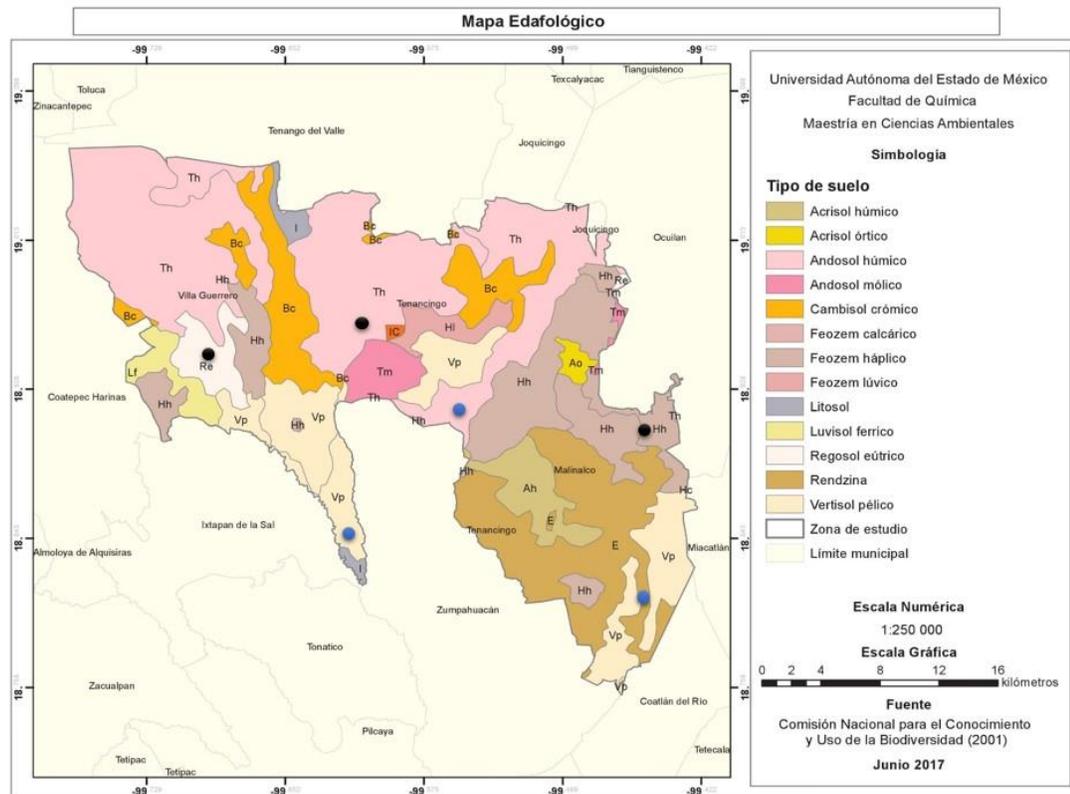
La zona de estudio se ubica en la Región Hidrológica RH18-Balsas, en la cuenca hidrográfica RH18F-R Grande de Amacuzac y en la subcuenca hidrográfica RH18Fe-R Coatlán García (2016); los datos sobre el número de manantiales, arroyos, acueductos y ríos, se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 10. Hidrología en las localidades de estudio

	Malinalco	Tenancingo de Degollado	Villa Guerrero
Región hidrológica	Río Balsas(18)	Río Balsas(18)	Río Balsas(18)
Cuenca	R. Grande de Amacuzac	R. Grande de Amacuzac	R. Grande de Amacuzac
Subcuenca	R. Coatlán (97.59%) y R. Alto Amacuzac (2.41%)	R. Alto Amacuzac (89.30%) y R. Coatlán (10.70%)	R. Alto Amacuzac (100%)
No. de manantiales	No disponible	22	No disponible
Arroyos de corriente intermitente	19	21	9
Acueductos	No disponible	7	No disponible

- **Cambisol:** son suelos jóvenes, poco desarrollados, son muy abundantes, se destinan a muchos usos y sus rendimientos son variables dependiendo del clima donde se encuentre el suelo, son de fertilidad moderada y con alta capacidad para proporcionar nutrientes a las plantas.
- **Feozem:** suelos que se presentan en cualquier tipo de relieve y clima, se caracterizan por tener una capa superficial rica en materia orgánica y en nutrientes.
- **Litosol:** son suelos que se encuentran en todos los climas y con muy diversos tipos de vegetación, el uso de estos suelos depende principalmente de la vegetación que los cubre.
- **Luvisol:** son suelos caracterizados por acumulación de arcilla, se destinan principalmente a la agricultura con rendimientos moderados.
- **Regosol:** en general son pobres en materia orgánica, se parecen bastante a la roca que les da origen, frecuentemente son someros, su fertilidad es variable y su productividad está condicionada a la profundidad y pedregosidad.
- **Rendzina:** se caracterizan por tener una capa superficial abundante en materia orgánica y muy fértil que descansa sobre roca caliza o materiales ricos en cal.
- **Vertisol:** son suelos con uso agrícola muy extenso, variado y productivo, son muy fértiles, sin embargo por su dureza dificulta la labranza.

Mapa 5. Edafología en los municipios de Malinalco, Tenancingo de Degollado y Villa Guerrero.



Fuente: elaboración propia con base en datos del INEGI (2001)

Cada uno de los suelos mencionados se ubican en un ecosistema específico y tiene propiedades diferentes, así como susceptibilidades diversas dependiendo de su composición y estructura de cada uno, lo cual se resume en la siguiente tabla:

Tabla 11. Características de los suelos en las localidades de estudio

Suelo	Subunidad	Nutrientes	Retención de la humedad	Rendimiento en agricultura	Susceptibilidad de erosión
Acrisol húmico	Suelos con una capa superficial oscura y rica en materia orgánica, pero ácida y pobre en algunos nutrientes importantes para las plantas	Bajo	Bajo	Bajo	Medio
Acrisol órtico	Suelos que no presentan características de otras subunidades existentes en ciertos tipos de suelo	Bajo	Bajo	Bajo	Medio
Andosol	Suelos con una capa	Alto	Alto	Bajo	Alto

Evaluación comparativa de la sustentabilidad en localidades con sistemas agroecológicos y localidades con sistemas agrícolas convencionales en el sur del Estado de México

húmico	superficial oscura y rica en materia orgánica, pero ácida y pobre en algunos nutrientes importantes para las plantas				
Andosol molico	Suelos con una capa superficial suave, oscura, fértil y rica en materia orgánica.	Alto	Alto	Bajo	Alto
Cambisol crómico	Son de fertilidad moderada y con alta capacidad para proporcionar nutrientes a las plantas	Medio	Alto	Alto	Baja
Feozem calcarico	Suelos ricos en cal y nutrientes para las plantas.	Alto	Alto	Bajo	Alto
Feozem haplico	Suelos que no presentan características de otras subunidades existentes en ciertos tipos de suelo.	Alto	Alto	Bajo	Alto
Feozem luvico	Suelos con acumulación de arcilla en el subsuelo. Son generalmente de color rojizo o pardo oscuro	Alto	Alto	Bajo	Alto
Litosol	Azonal	Medio	Medio	Medio	Medio
Luvisol férrico	Suelos con manchas o nódulos de color rojo a negro cuyo origen se debe a las altas concentraciones de hierro. Son muy ácidos e infértiles.	Bajo	Bajo	Medio	Alta
Regosol eutrico	Suelos ligeramente ácidos a alcalinos	Bajo	Bajo	Medio	Medio
Rendzina	No aplica	Alto	Alto	Bajo	Medio
Vertisol pelico	Subunidad exclusiva de los Vertisoles Indican un color negro o gris oscuro	Alto	Alto	Alto	Bajo

Fuente: elaboración propia con base en la Guía para la Interpretación de Cartografía Edafológica

Se cuentan con 12 tipos de uso de suelo y vegetación (véase mapa 6), las características de los diferentes tipos se definen según la Guía de Interpretación Cartográfica de Uso de Suelo del INEGI (2015) como:

- **Agricultura de riego:** estos agroecosistemas utilizan agua suplementaria para el desarrollo de los cultivos durante el ciclo agrícola, por lo que su definición se basa principalmente en la manera de cómo se realiza la aplicación del agua.

- **Agricultura de temporal:** en este tipo de agricultura el ciclo vegetativo de los cultivos depende del agua de lluvia, ya que su éxito depende de la precipitación además de la capacidad del suelo para la retención del agua.
- **Bosque de encino:** comunidades arbóreas, subarbóreas u ocasionalmente arbustivas integradas por múltiples especies de género *quercus* (encinos, robles). Este tipo de bosque se encuentra relacionado con los bosques de pino, formando una serie de bosques mixtos con especies de ambos géneros (bosque de encino-pino).
- **Bosque de pino:** comunidades vegetales que se localizan en las cadenas montañosas de todo México, los climas donde se desarrolla son templado y semicálido subhúmedo con lluvias en verano, con una temperatura media anual que varía de los 6° a los 28° C y una precipitación media anual que oscila entre los 350 y 1200 mm.

En el caso de las unidades de bosque encino-pino y pino-encino, para el primer caso se trata de comunidades conformadas por encino (*quercus spp.*) y en proporción algo menor de pinos (*pinus spp.*). Se desarrolla principalmente en áreas de mayor importancia forestal, en los límites altitudinales inferiores de los bosques de pino-encino.

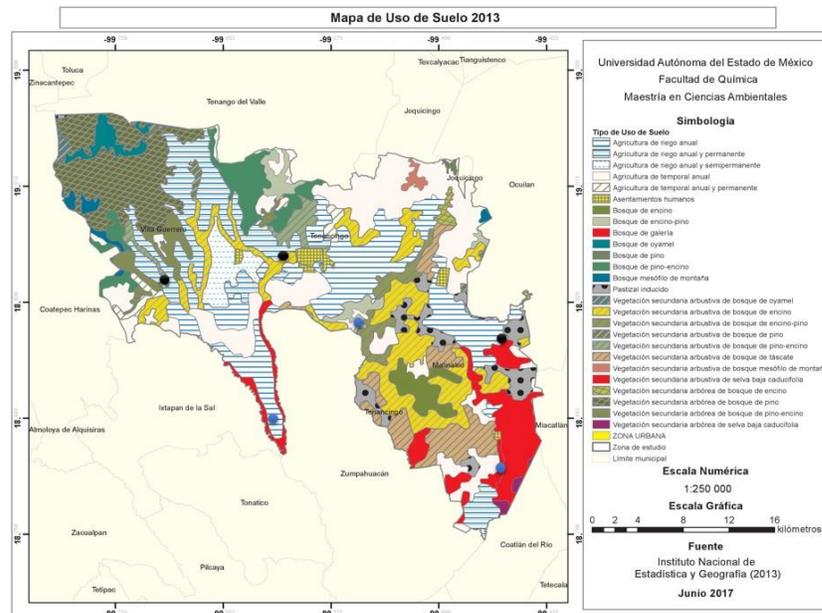
En los bosques de pino-encino están conformados por diferentes especies de pino (*pinus spp.*) y encino (*quercus spp.*) pero con dominancia en los primeros. La transición de bosque de encino al de pino está determinada (en condiciones naturales) por el gradiente altitudinal.

- **Bosque de galería:** comunidad arbórea que forma franjas angostas de vegetación en los márgenes de los ríos o arroyos, se dan en sitios con climas templados a secos, por lo que los valores de altitud, temperatura y precipitación en dichos sitios son muy variables, se desarrolla en zonas con condiciones favorables de humedad edáfica.
- **Bosque de oyamel:** los bosques de oyamel en México se presentan en forma de manchones aislados, muchas veces restringidos a laderas o cañadas, se desarrolla en climas templados y semifríos húmedos, entre los

2000 a 3600 m de altitud, con una temperatura media anual que oscila entre los 6° y 18° C y una precipitación que varía de los 600 a 3000 mm.

- **Bosque mesofilo de montaña:** es un bosque denso que se desarrolla en regiones de relieve accidentado y laderas de pendientes pronunciadas, es frecuente encontrarlo en altitudes entre 800 y 2700 msnm, donde se forman las neblinas casi todo el año, en zonas con una precipitación media anual superior a los 1000 mm y con una temperatura media anual que varía de 12° a 23°C.
- **Pastizal inducido:** aparece como consecuencia del desmonte de cualquier tipo de vegetación, también puede establecerse en áreas agrícolas abandonadas o bien como producto de áreas que se incendian con frecuencia, por otro lado en ocasiones corresponden a una fase de la sucesión normal de comunidades vegetales, cuyo clímax por lo común es un bosque o un matorral, en ocasiones también se establece y perdura por efecto de un intenso y prolongado disturbio, ejercido a través de tala, incendios o pastoreo.
- **Vegetación secundaria:** se refiere a cuando un tipo de vegetación es eliminado o alterado por diversos factores humanos o naturales y eso propicia una comunidad vegetal significativamente diferente a la original y con estructura y composición florística homogénea.
 - **Vegetación secundaria arbustiva:** fase sucesional secundaria de la vegetación con predominancia de arbustos, puede ser sustituida o no por una fase arbórea
 - **Vegetación secundaria arbórea:** fase sucesional secundaria de la vegetación, con predominancia de árboles, es una fase relativamente madura; con el tiempo puede o no dar lugar a una formación vegetal similar a la vegetación original.

Mapa 6. Uso de suelo en los municipios de Malinalco, Tenancingo de Degollado y Villa Guerrero.



Fuente: elaboración propia con base en datos del INEGI (2013)

La caracterización geográfica- ambiental permite conocer que las condiciones naturales de la zona de estudio son aptas para el desarrollo de diferentes actividades productivas, en este caso la agricultura, sin embargo, corren el riesgo de desaparecer, algunas causas son el proceso de urbanización, el crecimiento de la familia (García 2014) y el crecimiento de la práctica de la agricultura convencional.

Es una tarea primordial buscar el correcto aprovechamiento de los recursos naturales, conforme a la capacidad del territorio y sus condiciones naturales, analizando la adaptación sociocultural que la población va teniendo, ya que ello lleva consigo consecuencias de impacto ambiental hacia los ecosistemas y un desarrollo económico inestable por la adopción de ideas nacionales e internacionales sin medir los riesgos.

3.2. Caracterización social del área de estudio

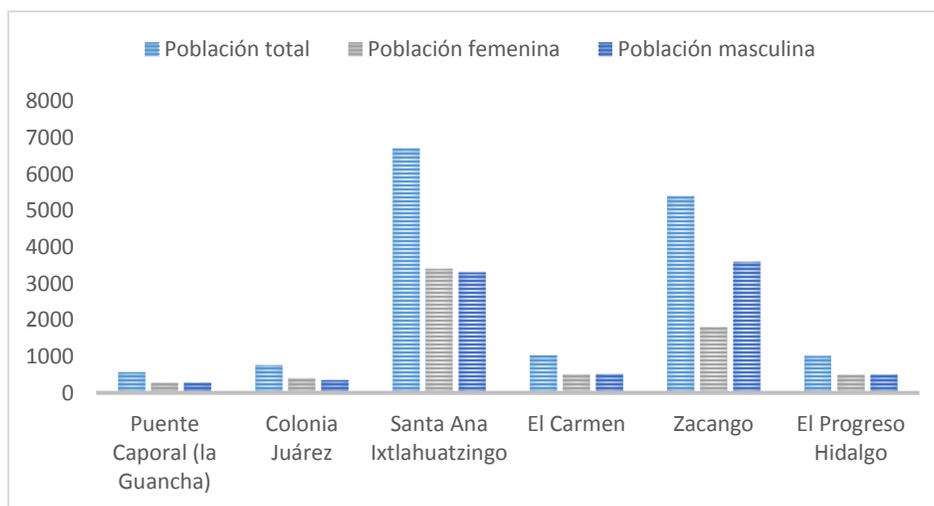
En el caso de los aspectos sociales de las seis localidades en estudio se tiene que la mayor población total corresponde a Santa Ana Ixtlahuatzingo ubicado en el municipio de Tenancingo de Degollado y la población total menor corresponde a Puente de Caporal (La Guancha) que se encuentra en el municipio de Malinalco (ver tabla 12). En general en las 6 localidades predomina la población masculina (ver Gráfica 1).

Tabla 12. Población en las localidades de estudio

Municipio	Malinalco		Tenancingo de Degollado		Villa Guerrero	
Localidad	Puente Caporal (la Guancha)	Colonia Juárez	Santa Ana Ixtlahuatzingo	El Carmen	Zacango	El Progreso Hidalgo
Población total	570	757	6697	1032	5389	1010
Población femenina	285	402	3396	511	1803	502
Población masculina	285	355	3301	521	3586	508

Fuente: elaboración propia con base en INEGI (2010)

Gráfica 1. Población total, femenina y masculina



Fuente: elaboración propia con base en INEGI 2010.

Para el caso de la fecundidad el grado más alto se encuentra en la localidad de El Progreso Hidalgo en el municipio de Villa Guerrero y el más bajo en la localidad de

Santa Ana Ixtlahuatzingo en el municipio de Tenancingo, tal y como se puede observar en la siguiente tabla:

Tabla 13. Fecundidad en las localidades zona de estudio

Municipio	Malinalco		Tenancingo de Degollado		Villa Guerrero	
Localidad	Puente Caporal (la Guancha)	Colonia Juárez	Santa Ana Ixtlahuatzingo	El Carmen	Zacango	El Progreso Hidalgo
Promedio de hijos nacidos vivos	2.95	2.85	2.51	2.79	2.92	3.29

Fuente: elaboración propia con base en INEGI (2010)

La población que de acuerdo a los últimos datos recabados por el INEGI, la única localidad que cuenta población que habla lenguas indígenas es Zacango perteneciente al municipio de Villa Guerrero, al igual que la presencia de hogares censales indígenas, el resto de las localidades se encuentran en cero en estos rubros, como se observa en la siguiente tabla:

Tabla 14. Población indígena en las localidades de estudio

Municipio	Malinalco		Tenancingo de Degollado		Villa Guerrero	
Localidad	Puente Caporal (la Guancha)	Colonia Juárez	Santa Ana Ixtlahuatzingo	El Carmen	Zacango	El Progreso Hidalgo
Población en hogares censales indígenas	0	0	6	0	4	0

Fuente: elaboración propia con base en INEGI (2010)

Se prevé que para el año 2050 la población mundial aumente en un tercio lo que lleva consigo la necesidad de una satisfacción de alimentos y fibras a fin de alimentar a una población creciente con una mano de obra menor (FAO, 2009) todo ello lleva a una mayor necesidad de estrategias agrícolas relacionadas con la velocidad y tamaño de producción que caracterizan a la agricultura convencional, como valor oficial se tiene la población indígena, la cual va disminuyendo, problema que causa que los saberes tradicionales se vayan perdiendo, dándole así mayor apertura a los modelos industriales de la agricultura.

3.3. Nomenclatura de las localidades y los indicadores estratégicos

Para finalidad de mejor comprensión de los resultados se han empleado letras y números que representan los nombres de las localidades y los indicadores estratégicos, como se puede apreciar en la tabla 16 y 17.

Tabla 15. Nomenclaturas de las localidades

Nomenclatura	Localidad	Modelo agrícola	Municipio
L-1SAC	Puente de Caporal (La Guancha)	Sistema de agricultura convencional	Malinalco
L-1SAE	Colonia Juárez	Sistema agroecológico	
L-2SAC	Santa Ana Ixtlahuatzingo	Sistema de agricultura convencional	Tenancingo de Degollado
L-2SAE	El Carmen	Sistema agroecológico	
L-3SAC	Zacango	Sistema de agricultura convencional	Villa Guerrero
L-SAE	El Progreso Hidalgo	Sistema agroecológico	

Fuente: elaboración propia (2018)

Tabla 16. Nomenclaturas de los indicadores

Nomenclatura	Indicador	Atributo general	Nomenclatura	Indicador	Atributo general	
I-1	Porcentaje de uso agrícola en la localidad	Auto-organización	I-12	Porcentaje de uso de fertilizantes	Adaptabilidad tecnológica	
I-2	Grado de escolaridad	Equidad	I-13	Porcentaje de uso de pesticidas	Viabilidad institucional	
I-3	Población en hogares censales indígenas		I-14	No. de organizaciones civiles con intervención en la localidad.		
I-4	Población económicamente activa	Productividad	I-15	No. de universidades		
I-5	Población ocupada		I-16	No. de instituciones privadas		
I-6	Población desocupada		I-17	No. de dependencias municipales con incidencia en la localidad.		
I-7	Población sin limitación de actividad		I-18	No. proyectos gubernamentales y de universidades		
I-8	Porcentaje de los procesos erosivos en la localidad.	Estabilidad Adaptabilidad Resiliencia	I-19	No. proyectos sociales o privados		
I-9	Agrodiversidad de especies cultivadas		I-20	Tradiciones agroecológicas prácticas		Adaptabilidad cultural
I-10	No. de huertos familiares					
I-11	Fertilidad del suelo					

Fuente: elaboración propia (2018)

3.4. Valores reales de los indicadores estratégicos en las localidades.

Cada una de las localidades cuenta con características diferentes, las cuales dependen del tamaño de la localidad, ubicación, características geográfico-ambientales, desarrollo de la población, entre otros, por lo cual cada localidad tiene un valor real diferente.

Tabla 17. Valores reales y valores óptimos de las localidades

	VALORES REALES							VALORES ÓPTIMOS					
	Malinalco		Tenancingo de Degollado		Villa Guerrero			Malinalco		Tenancingo de Degollado		Villa Guerrero	
	L-1SAC	L-1SAE	L-2SAC	L-2SAE	L-3SAC	L-2SAE		L-1SAC	L-1SAE	L-2SAC	L-2SAE	L-3SAC	L-2SAE
I-1	38	100	74	92	65	100	I-1	100	100	100	100	100	100
I-2	6.30	5.61	6.60	7.03	5.37	5.47	I-2	12	12	12	12	12	12
I-3	0	0	0	0	4	0	I-3	1	1	1	1	1	1
I-4	188	237	2656	335	1583	307	I-4	360	478	4289	679	2369	601
I-5	180	226	2648	331	1569	307	I-5	360	478	4289	679	2369	601
I-6	8	11	8	4	14	0	I-6	1	1	1	1	1	1
I-7	507	734	6422	973	3396	992	I-7	572	757	6697	1032	3586	1010
I-8	40	40	75	100	100	40	I-8	10	10	10	10	10	10
I-9	1	2	1	2	1	2	I-9	4	4	4	4	4	4
I-10	2	13	3	12	3	15	I-10	31	39	345	57	211	58
I-11	60	80	60	80	60	80	I-11	100	100	100	100	100	100
I-12	50	70	100	80	60	80	I-12	10	10	10	10	10	10
I-13	50	70	100	80	60	80	I-13	10	10	10	10	10	10
I-14	0	0	0	0	0	0	I-14	1	1	1	1	1	1
I-15	0	0	1	1	0	0	I-15	1	1	1	1	1	1
I-16	0	0	0	0	0	0	I-16	1	1	1	1	1	1
I-17	2	1	5	7	1	3	I-17	14	14	14	14	14	14
I-18	0	0	1	1	0	0	I-18	1	1	1	1	1	1
I-19	0	0	0	0	0	0	I-19	1	1	1	1	1	1
I-20	1	3	1	3	1	3	I-20	4	4	4	4	4	4

Fuente: elaboración propia (2018)

3.5. Valores óptimos de los indicadores y fuentes

Para Romero *et. al* (2011) los valores óptimos son aquellos valores máximos alcanzados o deseables a alcanzar que se fijan por medio de la información disponible y bibliografía del tema en específico.

Tabla 18. Criterios y fuentes de valor óptimo por indicador

Indicador	Criterio para asignación del valor óptimo	Fuente del valor óptimo
Porcentaje de uso agrícola en la localidad	Porcentaje de superficie apta para actividad agrícola	INEGI, 2018
Grado de escolaridad	Años esperados de escolaridad	IDH(Índice de Desarrollo Humano), 2012
Población en hogares censales indígenas	Número de población igual comparada entre dos censos aplicados en diferentes años	Romero, <i>et, al</i> , 2011
Población económicamente activa	Población de 15 años o más con posibilidad de empleo	Romero, <i>et, al</i> , 2011
Población ocupada	Población de 15 años o más con empleo	Romero, <i>et, al</i> , 2011
Población desocupada	Mínima población desocupada	Romero, <i>et, al</i> , 2011
Población sin limitación de actividad	Población de 15 años o más con posibilidad de empleo	Romero, <i>et, al</i> , 2011
Porcentaje de los procesos erosivos en la localidad.	Valor nulo de erosión en la localidad	Jiménez-Cruz <i>et.al.</i> ,2015
Agrobiodiversidad de especies cultivadas	Número total de especies consideradas	Contreras,2016
No. de huertos familiares	Total de viviendas habitadas en la localidad	Gutiérrez, <i>et. al</i> . 2012
Fertilidad del suelo	Nivel máximo de fertilidad	Jiménez-Cruz <i>et.al.</i> ,2015
Porcentaje de uso de fertilizantes	Uso cero de fertilizantes químicos	Contreras,2016
Porcentaje de uso de pesticidas	Uso cero de pesticidas químicos	Contreras,2016
No. de organizaciones civiles con intervención en la localidad.	Máximo de organizaciones con intervención en la localidad	Contreras,2016
No. de universidades	Máximo no. de universidades con intervención en lo localidad	Contreras,2016
No. de instituciones privadas	Máximo de instituciones privadas con intervención en la localidad	Contreras,2016
No. de dependencias municipales con incidencia en la localidad.	Máximo de dependencias con intervención en la localidad	Contreras,2016
No proyectos gubernamentales y de universidades	Mínimo de proyectos realizados	Romero, <i>et, al</i> , 2011
No proyectos sociales o privados	Mínimo de proyectos realizados	Romero, <i>et, al</i> , 2011
Tradiciones agroecológicas practicadas	Mayor número de tradiciones practicadas	Jiménez-Cruz <i>et.al.</i> ,2015

Fuente: elaboración propia (2018)

3.6. Indización de indicadores a partir de los valores reales y óptimos

La indicación de los resultados de los valores reales de las localidades se realizó a partir de la formulas expresadas en la Tabla 7, donde el máximo a alcanzar es el valor de 100 y el mínimo 1, algunos de los índices como se puede observar tienen un valor de cero lo cual atribuye a que la sustentabilidad en ese indicador específico no existe en la localidad, al menos para esta investigación y los indicadores empleados.

Tabla 19. Índices obtenidos de los valores reales y óptimos

	L-1SAC			L-1SAE			L-2SAC			L-2SAE			L-3SAC			L-2SAE		
	VR	VO	I	VR	VO	I	VR	VO	I	VR	VO	I	VR	VO	I	VR	VO	I
I-1	38	100	38	100	100	100	74	100	74	92	100	92	65	100	65	100	100	100
I-2	6.30	12	52.5	5.61	12	46.75	6.60	12	55	7.03	12	58.58	5.37	12	44.75	5.47	12	45.58
I-3	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	4	1	25	0	1	0
I-4	188	360	52	237	478	49.58	2656	4289	61.9	335	679	49.70	1583	2369	66.82	307	601	51.08
I-5	180	360	50	226	478	47.28	2648	4289	61.73	331	679	48.74	1569	2369	66.23	307	601	51.08
I-6	8	1	12.5	11	1	9.09	8	1	12.5	4	1	25	14	1	7.14	0	1	100
I-7	507	572	88.63	734	757	96.96	6422	6697	95.89	973	1032	94.28	3396	3586	94.70	992	1010	98.21
I-8	40	10	25	40	10	25	75	10	13.33	100	10	10	100	10	10	40	10	25
I-9	1	4	25	2	4	50	1	4	25	2	4	50	1	4	25	2	4	50
I-10	2	31	6.4	13	39	33	3	345	8	12	57	21	3	211	1.4	15	58	25.8
I-11	60	100	60	80	100	80	60	100	60	80	100	80	60	100	60	80	100	80
I-12	50	10	20	70	10	14	100	10	10	80	10	12.5	60	10	16.66	80	10	80
I-13	50	10	20	70	10	14	100	10	10	80	10	12.5	60	10	16.66	80	10	80
I-14	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0
I-15	0	1	0	0	1	0	1	1	100	1	1	100	0	1	0	0	1	0
I-16	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0
I-17	2	14	14	1	14	7	5	14	35	7	14	50	1	14	7	3	14	21
I-18	0	1	0	0	1	0	1	1	100	1	1	100	0	1	0	0	1	0
I-19	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0
I-20	1	4	25	3	4	75	1	4	25	3	4	75	1	4	25	3	4	75

Fuente: elaboración propia (2018)

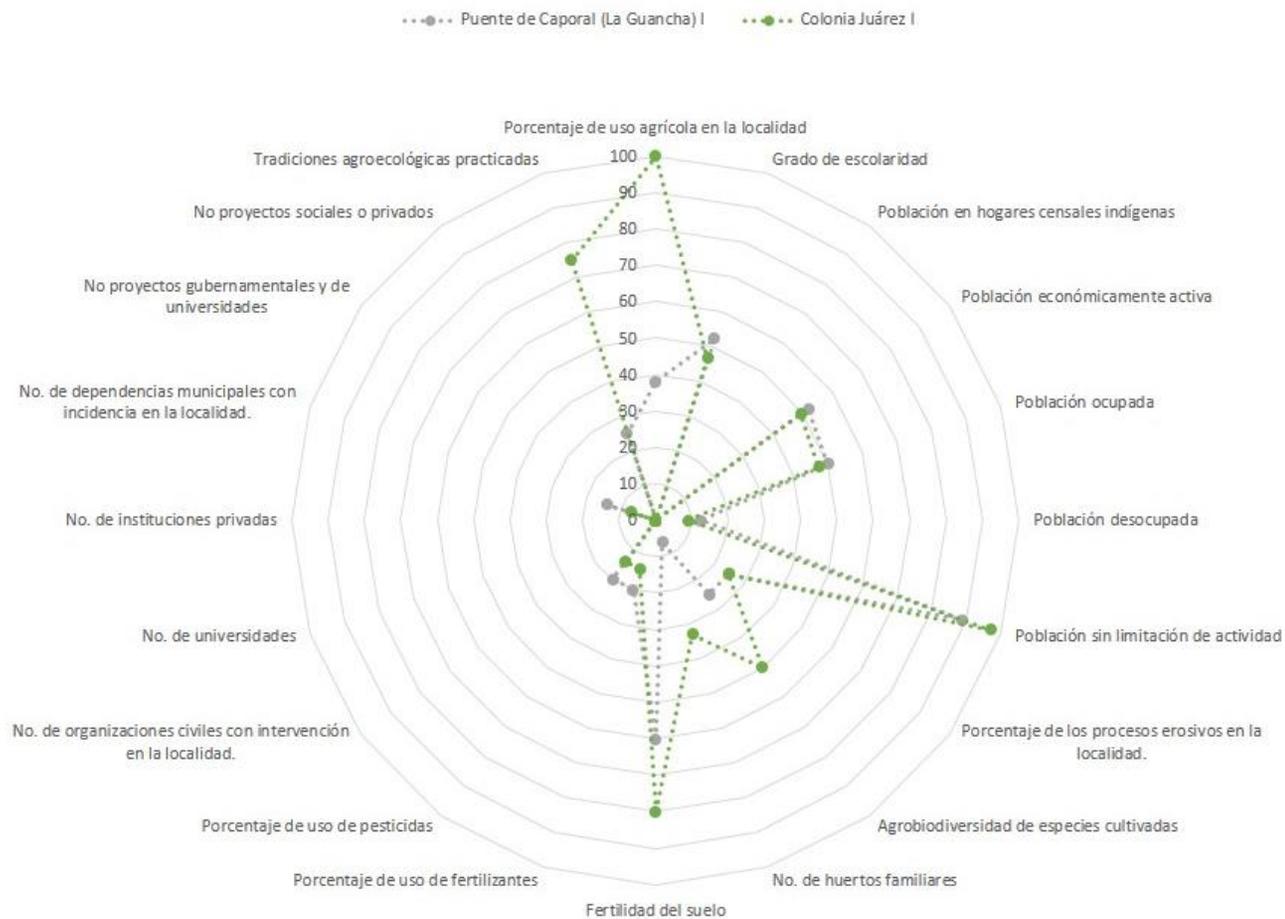
3.7. Integración de los indicadores mediante gráficas radiales.

Para el caso de la gráfica 2 existen niveles altos en los atributos de: **Auto-organización**: que involucra al indicador (1) Porcentaje de uso agrícola en la localidad y en **Productividad**: que involucra 4 indicadores, (1) Población económicamente activa, (2) Población ocupada, (3) Población desocupada, (4) Población sin limitación de actividad, sobre todo en el cuarto indicador de esta categoría.

Con una interacción media está el atributo de **Adaptabilidad tecnológica**: (1) Porcentaje de uso de fertilizantes, (2) Porcentaje de uso de pesticidas; una interacción similar se refleja en el atributo de **Adaptabilidad cultural** que tiene el indicador de (1) Tradiciones agroecológicas prácticas; donde existe la menor interacción o nula es el atributo de **Viabilidad institucional** que incluye los indicadores: (1) No. de organizaciones civiles con intervención en la localidad, (2) No. de universidades, (3) No. de instituciones privadas, (4) No. de dependencias municipales con incidencia en la localidad, (5) No. de proyectos gubernamentales y de universidades, (6) No. de proyectos sociales y privados;

Finalmente en el resto de los atributos de **Equidad**: (1) Grado de escolaridad, (2) Población en hogares censales indígenas; y el grupo **Estabilidad, Adaptabilidad y Resiliencia**: (1) Porcentaje de los procesos erosivos en la localidad, (2) Agrodiversidad de especies cultivadas, (3) No. de huertos familiares, (4) Fertilidad del suelo; los índices no son totalmente nulos, pero están bajos.

Gráfica 2 Evaluación comparativa de la sustentabilidad en las localidades del municipio de Malinalco (Puente de Caporal (La Guancha) L-1SAC y Colonia Juárez L-1SAE)



Fuente: elaboración

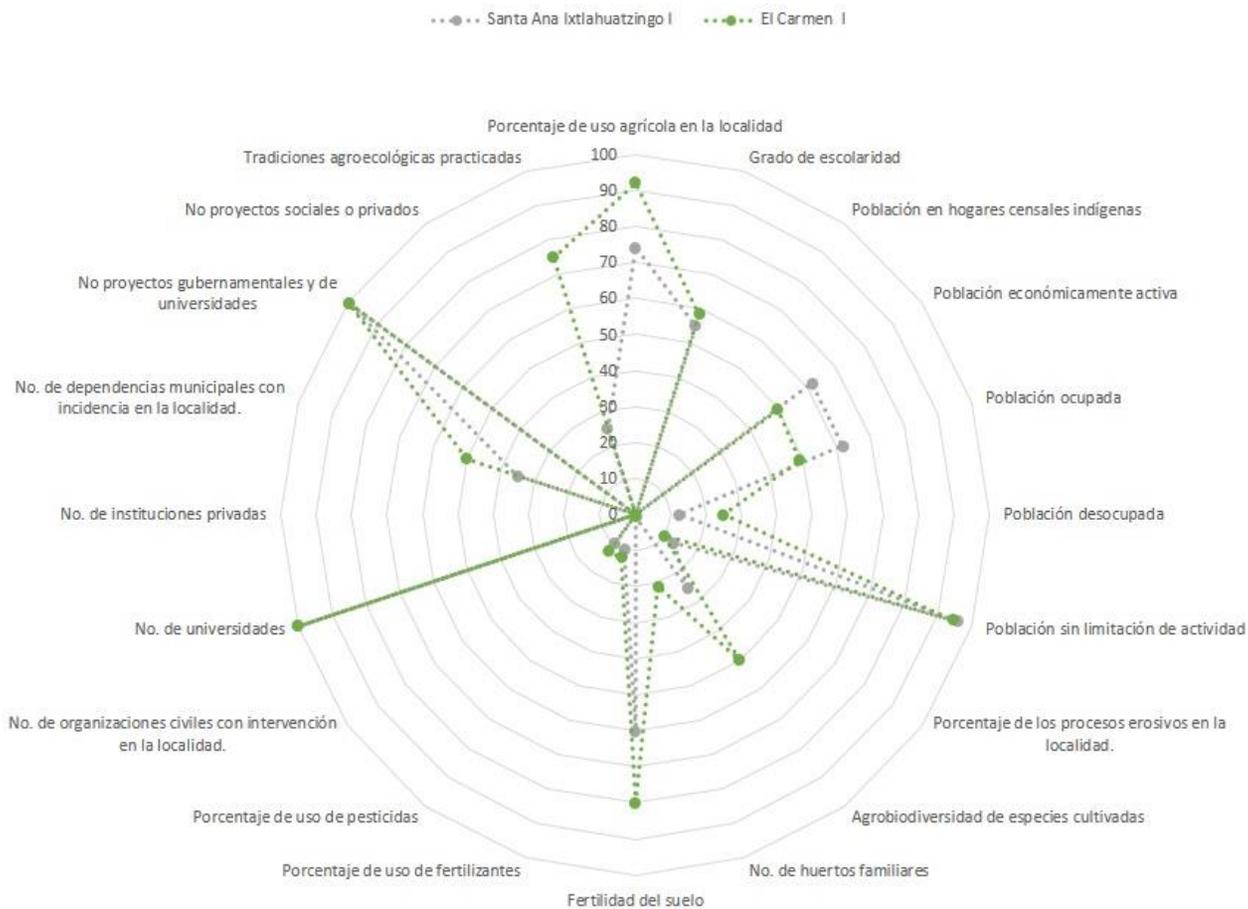
propia (2018)

En la gráfica 3 se representa la interacción alta en algunos indicadores de los atributos de: **Auto-organización:** (1) Porcentaje de uso agrícola en la localidad; **Productividad:** (1) Población económicamente activa, (2) Población ocupada, (3) Población desocupada, (4) Población sin limitación de actividad; y el grupo que conforma **Estabilidad, Adaptabilidad y Resiliencia:** (1) Porcentaje de los procesos erosivos en la localidad, (2) Agrodiversidad de especies cultivadas, (3) No. de huertos familiares, (4) Fertilidad del suelo.

Existe una interacción similar a la gráfica anterior en los atributos de **Equidad:** (1) Grado de escolaridad, (2) Población en hogares censales indígenas; **Adaptabilidad tecnológica:** (1) Porcentaje de uso de fertilizantes, (2) Porcentaje de uso de pesticidas; y **Adaptabilidad cultural:** (1) Tradiciones agroecológicas prácticas.

Aun cuando la interacción es similar al anterior en el atributo de **Viabilidad institucional:** (1) No. de organizaciones civiles con intervención en la localidad, (2) No. de universidades, (3) No. de instituciones privadas, (4) No. de dependencias municipales con incidencia en la localidad, (5) No. de proyectos gubernamentales y de universidades, (6) No. de proyectos sociales y privados; existe un alto grado en el indicador 2.

Gráfica 3 Evaluación comparativa de la sustentabilidad en las localidades del municipio de Tenancingo de Degollado (Santa Ana Ixtlahuatzingo L-2SAC y El Carmen L-2SAE)



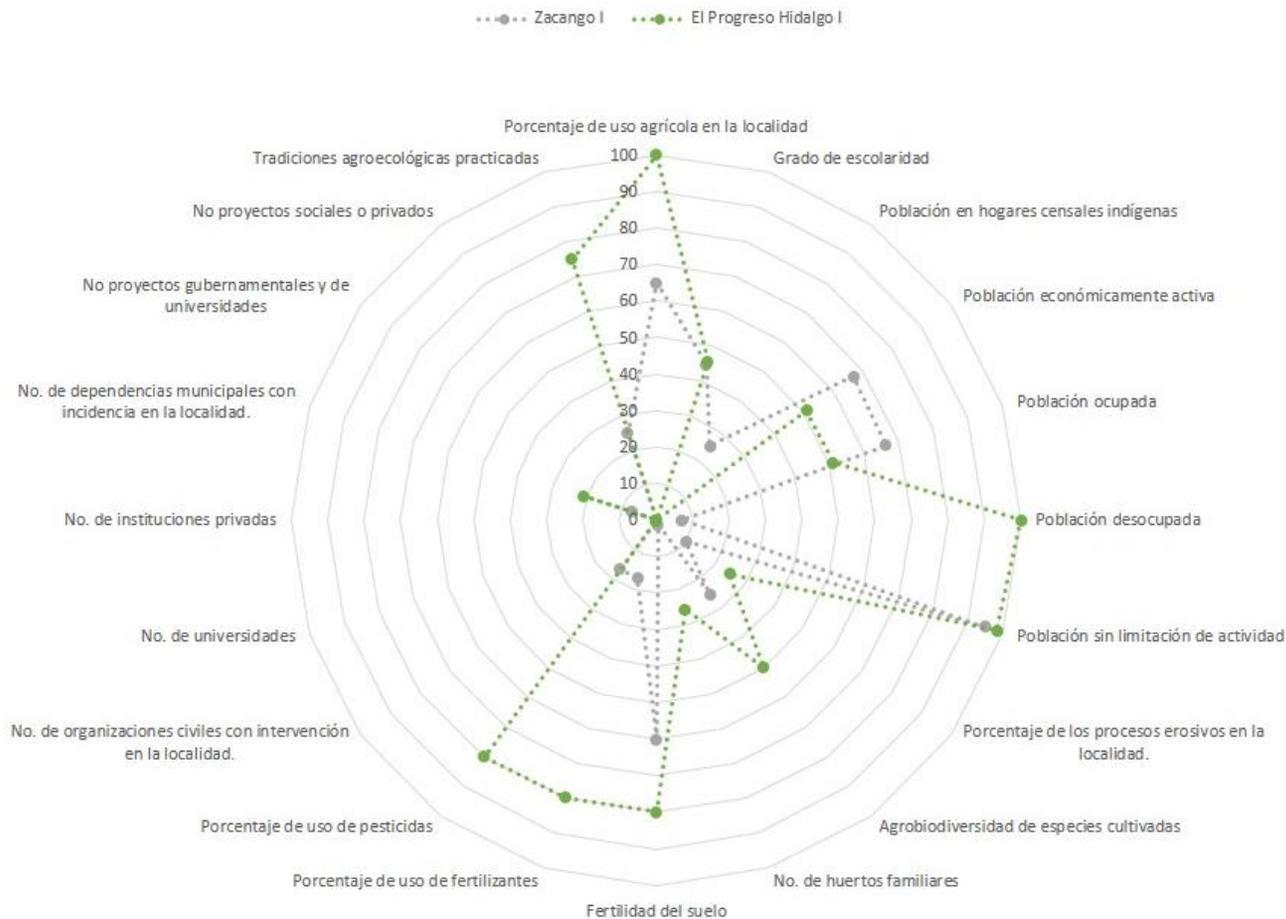
Fuente: elaboración propia (2018)

Para el caso de la gráfica 4 existe una interacción alta en los atributos de: **Auto-organización:** (1) Porcentaje de uso agrícola en la localidad; **Productividad:** (1) Población económicamente activa, (2) Población ocupada, (3) Población desocupada, (4) Población sin limitación de actividad; especialmente en los indicadores 3 y 4.

Existe una interacción media en los atributos de **Adaptabilidad tecnológica:** (1) Porcentaje de uso de fertilizantes, (2) Porcentaje de uso de pesticidas y **Adaptabilidad cultural:** (1) Tradiciones agroecológicas prácticas y bajo para el caso de los atributos de **Equidad:** (1) Grado de escolaridad, (2) Población en hogares censales indígenas y **Estabilidad, Adaptabilidad y Resiliencia:** (1) Porcentaje de los procesos erosivos en la localidad, (2) Agrodiversidad de especies cultivadas, (3) No. de huertos familiares, (4) Fertilidad del suelo.

Finalmente en el atributo de **Viabilidad institucional:** (1) No. de organizaciones civiles con intervención en la localidad, (2) No. de universidades, (3) No. de instituciones privadas, (4) No. de dependencias municipales con incidencia en la localidad, (5) No. de proyectos gubernamentales y de universidades, (6) No. de proyectos sociales y privados; se aprecia la misma interacción que en la gráfica 2.

Gráfica 4. Evaluación comparativa de la sustentabilidad en las localidades del municipio de Villa Guerrero (Zacango L-3SAC y el Progreso Hidalgo L-3SAE)



Fuente: elaboración propia (2018).

3.8. Análisis comparativo de los índices generales de sustentabilidad para las seis localidades, comparando los SAC y SAE.

De acuerdo a los resultados de los índices de cada una de las seis localidades, el más alto es de la localidad de “El Carmen” en el municipio de Tenancingo de Degollado y el más bajo en “Puente de Caporal (La Guancha) municipio de Malinalco, el Índice General de Sustentabilidad de cada localidad es:

- **Malinalco**

Puente de Caporal (La Guancha): 24.45

Colonia Juárez: 32.38

- **Tenancingo de Degollado**

Santa Ana Ixtlahuatzingo: 37

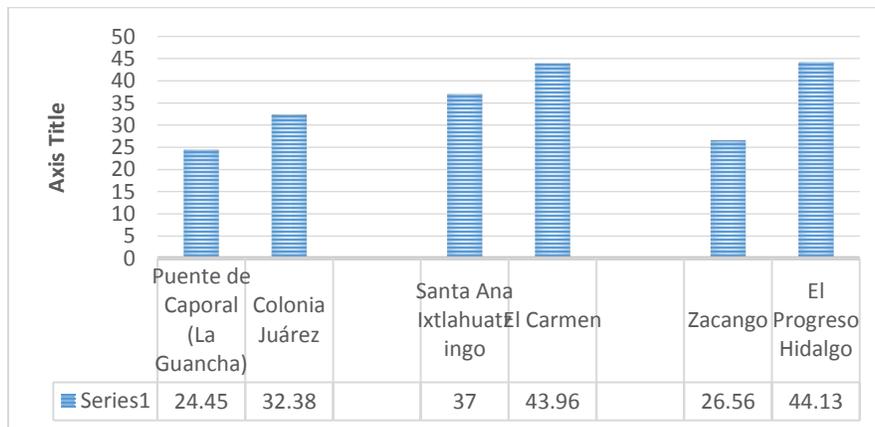
El Carmen: 43.96

- **Villa Guerrero**

Zacango: 26.56

El Progreso Hidalgo: 44.13

Gráfica 5. Índice general de sustentabilidad para las seis localidades, comparando los SAC y SAE.



Fuente: elaboración propia (2018)

3.9. Análisis comparativo de la sustentabilidad por indicadores entre localidades con sistemas agroecológicos y con sistemas de agricultura convencional.

A continuación se muestra el análisis de los resultados por indicador y por atributo, se trabajó en primer lugar por indicadores conforme a los seleccionados para cada atributo:

Tabla 20. Evaluación de la sustentabilidad en localidades con sistemas de agricultura convencional y localidades con sistemas agroecológicos por indicador

Atributos	Localidades con sistemas de agricultura convencional	Localidades con sistemas agroecológicos
Auto-organización	A excepción de la localidad de Zacango ubicada en el municipio de Villa Guerrero, todas presentan un valor cercano al óptimo que se refiere al uso de suelo agrícola de acuerdo al uso potencial del territorio.	Para el caso de estas localidades el resultado en este atributo de la sustentabilidad es alto ya que la mayor parte del uso potencial agrícola es utilizada para esta actividad, cabe recalcar que dentro de este indicador no se buscó distinguir el porcentaje de los diferentes modelos de agricultura, sino que la finalidad fue encontrar el valor del uso real del territorio en esta actividad productiva.
Equidad	Se eligieron dos indicadores: (1) el grado de escolaridad y (2) la población en hogares censales indígenas, los resultados arrojan en el caso de las localidades con sistemas convencionales de monocultivo que el grado de escolaridad esta por menos del 50% del valor óptimo, excepto por la localidad el municipio de Tenancingo de Degollado lo que se atribuye a las oportunidades de educación del municipio, mismas que se ven reflejadas en los resultados del atributo	Para el análisis de este atributo se eligieron dos indicadores: (1) el grado de escolaridad y (2) la población en hogares censales indígenas, los resultados arrojan en el caso de las localidades con sistemas agroecológicos que el grado de escolaridad de la población está por debajo del óptimo ya que no se alcanza la cantidad de años que ha sido definida por el IDH. El valor de la población en los hogares censales indígenas se encuentra en cero lo que

	de viabilidad institucional. El valor de la población en los hogares censales indígenas se encuentra en cero lo que propicia que se pierda la transmisión de tradiciones y conocimientos.	propicia que se pierda la transmisión de tradiciones y conocimientos.
Productividad	En este atributo se discuten 4 indicadores (1) población económicamente activa, (2) población ocupada, (3) población desocupada y (4) población sin limitación de actividad, para el caso de estas localidades los resultados de todos los indicadores anteriores muestran que no se alcanza el valor óptimo esperado, conforme a lo que la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos menciona acerca de las personas con posibilidad de empezar a desarrollar una actividad productiva, lo cual se repite en el resto de las localidades de esta investigación.	Este atributo se encuentra ligado con el anterior ya que aquí se discuten 4 indicadores : (1) población económicamente activa, (2) población ocupada, (3) población desocupada y (4) población sin limitación de actividad, para el caso de estas localidades los resultados de todos los indicadores anteriores muestran que no se alcanza el valor óptimo esperado, conforme a lo que la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos menciona acerca de las personas con posibilidad de empezar a desarrollar una actividad productiva; por otro lado se distingue que la población que no tiene las condiciones para realizar una actividad es mínima, por lo cual son otros los factores que impiden que la población se encuentre laborando.
Estabilidad Adaptabilidad Resiliencia	Para el caso de estos atributos de la sustentabilidad se usaron 4 indicadores que son el (1) porcentaje de los procesos erosivos en la localidad, (2) la agrobiodiversidad de productos cultivados, (3) el número de huertos familiares y la (4) fertilidad de los suelos, los resultados arrojan en primer lugar (1) que los procesos erosivos en las localidades para el	Para el caso de estos atributos de la sustentabilidad se usaron 4 indicadores que son el (1) porcentaje de los procesos erosivos en la localidad, (2) la agrobiodiversidad de productos cultivados, (3) el número de huertos familiares y la (4) fertilidad de los suelos, los resultados de acuerdo a la indización muestra en primer lugar (1) que los procesos erosivos en las

	<p>caso de la localidad ubicada en el municipio de Malinalco la condición es moderada y para las localidades ubicadas en los municipios de Tenancingo de Degollado y Villa Guerrero son fuertes esto puede llegar a dificultar la realización de las actividades agrícolas en la localidad, ya que bajo estas condiciones la producción se encuentra en limitaciones espaciales. En segundo lugar (2) la agrodiversidad es menor que en la anterior lo que lleva a que exista una predominancia de la agricultura convencional, en tercer lugar (3) la tendencia va hacia la actividad de la floricultura, así que la población no respondió de manera afirmativa hacia este indicador(4) al hablar con la población acerca de la fertilidad de los suelos todos coincidían en que su territorio no se encuentra en un nivel óptimo, lo cual se ve reflejado en los resultados del atributo de la adaptabilidad tecnológica debido a las condiciones que los pobladores han tenido que tomar para hacer uso de su tierra.</p>	<p>localidades para el caso de las que se encuentran localizadas en los municipios de Malinalco y Villa Guerrero están en una condición moderada y para el caso de Tenancingo de Degollado se encuentra en una condición fuerte, esto puede llegar a dificultar la realización de las actividades agrícolas en la localidad, ya que bajo estas condiciones la producción se encuentra en limitaciones espaciales. En segundo lugar (2) la agrodiversidad es mayor que en las localidades con agricultura convencional pero no por ello se alcanza el óptimo deseable, en tercer lugar (3) aun cuando estas localidades se consideran como las agroecológicas, la tendencia va hacia la actividad de la floricultura, por lo tanto no se obtuvieron resultados que dieran oportunidad de comparación entre una localidad y otra; finalmente (4) al hablar con la población acerca de la fertilidad de los suelos todos coincidían en que su territorio no se encuentra en un nivel óptimo, lo cual se ve reflejado en los resultados del atributo de la adaptabilidad tecnológica debido a las condiciones que los pobladores han tenido que tomar para hacer uso de su tierra.</p>
<p>Adaptabilidad tecnológica</p>	<p>El uso de los plaguicidas se usa para la recuperación del equilibrio, para el caso de estas localidades la población se mostró con desconfianza de</p>	<p>Aun cuando estas localidades se toman como agroecológicas la tendencia es a hacia el uso de productos químicos para el equilibrio</p>

	<p>compartir información acerca del uso de pesticidas y fertilizantes, sin embargo el modelo agrícola que predomina es el convencional el cual se caracteriza por el uso de estos insumos.</p>	<p>del sistema agrícola en la localidad. Esto se ve reflejado a partir de los resultados de los cuestionarios aplicados en la localidad.</p> <p>No cabe duda de que el capitalismo y las nuevas formas de producción son una necesidad para los agricultores por ello toman la decisión del uso de este tipo de estrategias que trajo la revolución verde.</p>
<p>Viabilidad Institucional</p>	<p>Para este atributo de la sustentabilidad se consideraron indicadores referentes a la participación de organizaciones civiles, universidades, instituciones privadas y dependencias gubernamentales, así como el número de proyectos de estos mismos actores que operan en la actualidad en la localidad, cabe mencionar que para la indización de estos indicadores se consideró el óptimo de acuerdo al número de instituciones participantes a nivel municipal, ya que cada municipio es diferente, sin embargo el alcance hacia el nivel óptimo no se alcanzó en ninguno de los municipios ya que la población dedicada al sector agrícola no conoce, identifica o participa en algún proyecto relacionado a alguno de los actores definidos. En el municipio de Tenancingo de Degollado se identificó una participación por parte de la Universidad, esto de acuerdo a los resultados arrojados en los cuestionarios.</p>	<p>Para el caso de este atributo de la sustentabilidad se consideraron los indicadores referentes a la participación de organizaciones civiles, universidades, instituciones privadas y dependencias gubernamentales, así como el número de proyectos de estos mismos actores que operan en la actualidad en la localidad, cabe mencionar que para la indización de estos indicadores se consideró el óptimo de acuerdo al número de instituciones participantes a nivel municipal, ya que cada municipio es diferente, sin embargo el alcance hacia el nivel óptimo no se alcanzó en ninguno de los municipios ya que la población dedicada al sector agrícola no conoce, identifica o participa en algún proyecto relacionado a alguno de los actores definidos. En el municipio de Tenancingo de Degollado se identificó una participación por parte de la Universidad, esto de acuerdo a los resultados obtenidos en los cuestionarios.</p>

Adaptabilidad cultural	Para el caso de estas localidades se presentó una mínima actividad en las prácticas agroecológicas ya que la concentración de las prácticas agrícolas se encuentra enfocada en el modelo convencional de monocultivo.	Para el caso de estas localidades existe un uso de las prácticas agroecológicas, no se alcanza el nivel óptimo, sin embargo si se cuenta con el uso de la producción a partir de estas prácticas para el consumo propio y en ciertas ocasiones para la venta. Sin embargo cabe mencionar que la tendencia sigue estando hacia la práctica del modelo convencional de monocultivo.
-------------------------------	---	---

Fuente: elaboración propia con base en Gutiérrez (2012)

3.10. Análisis comparativo de la sustentabilidad por atributo entre localidades con sistemas agroecológicos y con sistemas de agricultura convencional

A continuación se muestran los resultados analizados por atributo comparando las localidades con sistemas agroecológicos y localidades con sistemas de agricultura convencional:

Tabla 21. Análisis comparativo de la sustentabilidad entre localidades con diferentes sistemas agrícolas por atributo

	Localidades con Sistemas Agroecológicos	Localidades con Sistemas de Agricultura convencional
Atributos		
Auto-organización	Este atributo se encuentra en un valor óptimo e ideal, ya que el uso de suelo de las localidades con sistemas agroecológicos está en concordancia con el uso potencial del territorio, sin embargo este uso empieza a tener una inclinación cada vez mayor hacia la agricultura convencional, como se puede notar a través de los resultados de otros atributos.	De igual manera este atributo se encuentra en un valor óptimo e ideal en cuanto al territorio utilizado para la actividad agrícola, sin embargo el uso de la misma aunque no fue finalidad del indicador, muestra que la tendencia va hacia una mayor expansión del modelo convencional.
Equidad	En este atributo se puede distinguir el bajo grado del valor a alcanzar debido a las condiciones de oportunidad educativa que existe en la población, esto tiene consecuencias en los siguientes atributos ya que está ligado a las oportunidades de la localidad para establecerse en un empleo.	Para el caso de las localidades con predominio no es muy diferente el escenario a comparación de las localidades con sistemas agroecológicos, esto es porque en general el municipio no alcanza los niveles óptimos en educación, aun cuando no se identificaron las causas específicas de este fenómeno, es una cuestión que afecta al resto de los atributos.
Productividad	La productividad se refleja en los resultados de la población	La productividad se refleja en los resultados de la población

	<p>económicamente activa, ocupada, desocupada y sin limitación de actividad, no se alcanzan los valores óptimos de igualdad entre los datos que da INEGI y lo establecido en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos acerca de a partir de qué edad se pueden realizar actividades de empleo. Se infiere que esto está relacionado con el grado de escolaridad y posiblemente los intereses hacia otro tipo de actividades.</p>	<p>económicamente activa, ocupada, desocupada y sin limitación de actividad, no se alcanzan los valores óptimos de igualdad entre los datos que da INEGI y lo establecido en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos acerca de a partir de qué edad se pueden realizar actividades de empleo. Se infiere que esto está relacionado con el grado de escolaridad y posiblemente los intereses hacia otro tipo de actividades.</p>
<p>Estabilidad Adaptabilidad Resiliencia</p>	<p>La estabilidad, adaptabilidad y resiliencia se ven afectadas en esta localidad debido a las condiciones de erosión que tiene el territorio, además del bajo número de huertos familiares que se tienen y de la agrobiodiversidad con la que se cuenta, aunado a lo anterior la fertilidad del suelo está por debajo del nivel óptimo lo que lleva a que la adaptabilidad tecnológica tenga un fuerte papel en estas localidades.</p>	<p>En el caso de estas localidades sucede el mismo fenómeno que la estabilidad, adaptabilidad y resiliencia se ven afectadas ya que en esta localidad debido a las condiciones de erosión que tiene el territorio, además del bajo número de huertos familiares que se tienen y de la agrobiodiversidad con la que se cuenta, aunado a lo anterior la fertilidad del suelo está por debajo del nivel óptimo lo que lleva a que la adaptabilidad tecnológica tenga un fuerte papel en estas localidades</p>
<p>Adaptabilidad tecnológica</p>	<p>En estas localidades aún existen prácticas agroecológicas la tendencia se dirige hacia la agricultura convencional por lo cual el uso de insumos como los fertilizantes y los pesticidas va en aumento.</p>	<p>El uso de fertilizantes y pesticidas es una situación común en estas localidades debido a las altas cantidades de producción en la floricultura, los cultivos tradicionales han pasado a segundo término debido a las exigencias de mercado actual.</p>
<p>Viabilidad institucional</p>	<p>En el caso de este indicador las localidades no muestran una participación de las instituciones,</p>	<p>En el caso de este indicador las localidades no muestran una participación de las instituciones,</p>

Evaluación comparativa de la sustentabilidad en localidades con sistemas agroecológicos y localidades con sistemas agrícolas convencionales en el sur del Estado de México

	universidades, organizaciones y dependencias, esto de acuerdo a lo identificado a partir de la aplicación de los cuestionarios, no existe un conocimiento de la participación estas organizaciones por parte de la población en este atributo.	universidades, organizaciones y dependencias, esto de acuerdo a lo identificado a partir de la aplicación de los cuestionarios, no existe un conocimiento o participación certera de la población en este atributo.
Adaptabilidad cultural	Para el caso de estas localidades existe aún el uso de ciertas prácticas agroecológicas, para consumo propio es decir, la mayor parte de la población que aplico los cuestionarios hablaban acerca del uso de estas prácticas para sus hogares y rara vez para la venta, esto es porque como se ha observado en otros indicadores existe una tendencia de cambio hacia la agricultura convencional.	Existe una mayor tendencia hacia la agricultura que surgió a partir de la revolución verde, por lo cual la práctica de las tradiciones agroecológicas de hace años, no son parte de la producción de las localidades. Existe un predominio hacia la floricultura por lo cual el modo de producción está ligado hacia un nuevo uso de tecnología e insumos que permiten que su labor sea mejorada y apta para las demandas del mercado.

Fuente: elaboración propia con base en Gutiérrez (2012)

3.11. Propuesta para el manejo sustentable de recursos naturales (MSRN) por atributos de sustentabilidad en las localidades estudiadas.

La presente investigación permite ver la necesidad de la creación de una estrategia de manejo sustentable de recursos naturales (MSRN) la cual permita tener un enfoque que considere los efectos interactivos de los sistemas ecológicos y socioeconómicos (Gutiérrez *et.al.* 2008).

Es necesaria la construcción de paradigmas alternativas al desarrollo, que estén acordes a las necesidades específicas de cada país, región, o inclusive cada sector social, además de incorporar la dimensión ecológica a las decisiones políticas y a las decisiones de apropiación/ producción y consumo de bienes naturales (Castillo y Chaves, 2016).

La agricultura implica una visión holística es decir que permita la creación de sistemas de producción integrados, humanos, además de ambiental y económicamente sustentables (Gutiérrez *et.al.* 2008) a partir de lo anterior, existen estrategias específicas que se pueden aplicar conforme a cada atributo de la sustentabilidad, con la finalidad de que se puedan mejorar las condiciones actuales de la zona de estudio.

Bello y González (1997) consideran fundamental el desarrollo de una agricultura basada en criterios ecológicos, además de que ven como necesario estudiar las bases ecológicas de los sistemas agrarios, creando modelos armónicos de producción.

Auto-organización, equidad y productividad

Es importante la planificación de políticas públicas democráticas que contribuyan a alcanzar la sustentabilidad, investigaciones han puesto de manifiesto que el nivel de éxito de las estrategias de desarrollo depende de la calidad de la participación de las partes interesadas locales.

Tabla 22. Estrategias de participación para el desarrollo

Apoyo al crecimiento agrícola incluyente para mejorar los medios de vida y la seguridad alimentaria	Promoción de la diversificación económica e impulso de la transformación productiva para el empleo rural
<ul style="list-style-type: none"> • Trabajo decente para la seguridad alimentaria y los medios de vida resilientes. • Trabajo decente y productivo en la agricultura. 	<ul style="list-style-type: none"> • Diversificación económica de la economía rural. • Promoción del trabajo decente para los trabajadores rurales. • Transición a la formalidad en la economía rural informal.
Promoción del acceso a los servicios, la protección y las inversiones intensivas en empleo	Fomento de la participación de la población rural mediante la organización y la promoción de los derechos, las normas y el dialogo social
<ul style="list-style-type: none"> • Facilitación del acceso a servicios de calidad para promover el crecimiento y el desarrollo de la economía rural. • Extensión de la protección social a la economía rural. • Inversiones intensivas en empleo destinadas a infraestructura rural para el desarrollo económico, la protección social, ambiental y crecimiento incluyente. 	<ul style="list-style-type: none"> • Fortalecimiento de los derechos en el trabajo. • Promoción del dialogo social en la economía rural. • Desarrollo local en las zonas rurales mediante cooperativas y otras empresas y organizaciones de la economía social solidaria. • Fomento de la autonomía de la mujer en la economía rural. • Mejorar la base de conocimientos para respaldar la promoción de trabajo decente en zonas rurales.

Fuente: elaboración propia con base en OIT (2017)

Estabilidad, adaptabilidad y resiliencia

Existen estrategias que ayudan a una producción con bajos impactos al ambiente, estas estrategias son adoptadas gracias al conocimiento tradicional y al aprovechamiento correcto de los recursos naturales y el uso adecuado de las tecnologías, algunas de las ideas que contribuyen a lo anterior, son definidas por Altieri (s/a), un resumen de ellas son:

Tabla 23. Estrategias para un bajo impacto ambiental

Estrategia	Descripción
Rotaciones de cultivos	Diversidad temporal incorporada en los sistemas de cultivo de esa manera se aprovechan los nutrientes y se rompen los ciclos de vida de varias plagas de insectos, enfermedades y malezas.
Policultivos	Sistemas de cultivo complejos en los que se siembran más de una especie, mejorando así los rendimientos. Aumento de las oportunidades de interacciones beneficiosas entre especies. Cultivos diversos pueden crear una diversidad de microclimas dentro

	del cultivo, lo cual puede llevar a la ocupación de beneficiosos depredadores, parásitos, polinizadores y fauna del suelo que ayudan a todo el sistema.
Sistemas agroforestales	Sistema agrícola donde los árboles se cultivan junto con cultivos anuales y/o animales.
Cobertura vegetal	Es una medida efectiva para la conservación del suelo y la humedad
Integración animal	Ayuda a lograr una alta producción de biomasa y reciclaje óptimo.
Adición de materia orgánica	A través de prácticas tradicionales y el fomento de policultivos y rotación de cultivos.
Regulación de plagas	A través de controladores naturales
	Aprovechamiento de los conocimientos y prácticas locales
Proseos ecológicos para la optimización	Disminuir la toxicidad mediante la eliminación de agroquímicos. Mejorar la conservación y la regeneración de los recursos hídricos
Mejoramiento de la inmunidad del agroecosistema	Aumento de especies de plantas y diversidad genética en el tiempo y el espacio. Mejora de la materia orgánica del suelo y la actividad biológica. Eliminación de insumos y residuos tóxicos.

Fuente: elaboración propia con base en Altieri (s/a)

Adaptabilidad tecnológica

Desde el surgimiento de la agricultura se tuvo la necesidad de combatir las plagas que afectaban los cultivos, sin embargo a partir de la revolución verde, se observó un crecimiento de la dependencia e incremento sustancial de producción de sustancias químicas capaces de controlar las plagas, las cuales son de toxicidad inespecífica y de bajo costo (Del Puerto, *et.al.*, 2014).

Es importante realizar trabajos de investigación, acciones y aplicación de las normas regulatorias más exigentes a fin de bajar los aportes de sustancias químicas al ambiente (García-Gutiérrez & Rodríguez-Meza, 2012) por ello algunas de las propuestas para el control y uso de plaguicidas:

Tabla 24. Propuestas para el control y uso de plaguicidas

Propuesta	Descripción
Manejo de residuos	<ul style="list-style-type: none"> Regulación del manejo de vacíos de plaguicidas. Registro y manejo de plaguicidas. Reglamentación en el control de los desechos. Búsqueda y recopilación de información de los tipos y cantidades de plaguicidas que se aplican en la región, los procesos de transporte, degradación, biomonitoreo. Establecer planes y programas en el manejo de sustancias e implementación de alternativas amigables.
Alternativas para evitar contaminación en campos agrícolas	<ul style="list-style-type: none"> Aplicación de la agricultura ecológica como alternativa viable al enfoque tradicional de la agricultura, seguridad alimentaria y los problemas ambientales

Control biológico y uso de bioinsecticidas	<ul style="list-style-type: none"> • Una de las formas contrarrestar las pérdidas de los productos cultivados es con el uso de enemigos naturales de las plagas, a través de la lucha insecto-insecto o agentes microbiales (virus, bacterias, hongos y nematodos) que causan la muerte a los insectos plaga (control biológico).
Regulación de plaguicidas a nivel regional	<ul style="list-style-type: none"> • Apoyo al saneamiento, certificación de los usuarios de plaguicidas, registro de aplicación de plaguicidas, supervisión de la aplicación (evita el riesgo de aplicación en exceso)

Elaboración propia con base en **García -Gutiérrez & Rodríguez-Meza 2012**

El foco principal radica en la reducción o eliminación de agroquímicos, a través de insumos en la gestión de la nutrición de las plantas y la protección a través de nutrientes orgánicos y manejo de plagas (Altieri s/a) ya que la lucha contra las plagas en uno de los métodos más importantes para aumentar la productividad de las explotaciones agrícolas y de esta manera ampliar las áreas cultivadas.

El problema de las plagas es algo real que necesita ser atendido y el uso de pesticidas ayuda a contrarrestar el efecto de las plagas en los cultivos, enfermedades de las plantas y competencias de malas hierbas (Sánchez & Sánchez, 2006) sin embargo, existen alternativas que ayudan a mitigar tales efectos sin un alto impacto al ambiente.

Tabla 25. Estrategias y prácticas específicas utilizadas por agricultores

Estrategias	Prácticas
Control mecánico y físico	<ul style="list-style-type: none"> • Espantapájaros, instrumentos de sonido. • Envoltura de frutas y vainas. • Troncos y carretillas pintadas con cal u otro material. • Destrucción de nidos de hormigas. • Extracción de huevos y larvas. • Recolección manual. • Romper el monocultivo. • Extracción de plantas infestadas. • Poda selectiva. • Aplicación de materiales (ceniza, humo, sal, etc.).
Prácticas culturales	<ul style="list-style-type: none"> • Cultivo intercalado. • Rotación de cultivos. • Combinaciones de variedad de cultivos. • Desmalezaje selectivo.
Control biológico	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de gansos y patos. • Uso de plantas para atraer o repeler. • Uso de plaguicidas químicos.
Control de insecticidas	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de insecticidas botánicos. • Uso de plantas para atraer o repeler.
Mejoramiento de la eficiencia energética	<ul style="list-style-type: none"> • Mejoramiento de la arquitectura del follaje para mayor captación de luz.

	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de variedades de periodo de crecimiento prologando.
Modificación ambiental	<ul style="list-style-type: none"> • Control de heladas con barreras rompeviento. • Control de la temperatura del suelo con mulch.
Manejo del suelo	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de labranza mínima. • Uso de abonos orgánicos, compost, cultivos de cobertura, abonos verdes. • Uso de fuentes primarias de fertilizantes.
Manejo de agua	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicar el sistema de riego adecuado. • Mejorar el contenido de materia orgánica del suelo.

Fuente: extraído de Altieri (1999)

Viabilidad institucional y adaptabilidad cultural

Las sociedades que niegan a sus ciudadanos el acceso a las oportunidades económicas, políticas, sociales y culturales, así como a la toma de decisiones ponen en peligro su cohesión e integración social y pueden entrar rápidamente en un proceso de degradación ambiental y humana con consecuencias impredecibles (Rojas, 2014).

Es necesario transformar la democracia de acceso en una de deliberación y debate, entendiendo que no se trata de preguntar a la gente que opina de las decisiones ya tomadas sino incorporar las opiniones y razones de los actores sociales implicados a través de la participación ciudadana, de acuerdo a Guillen *et. al.* (2008) algunos de los posibles instrumentos útiles para esta situación son los siguientes:

Tabla 26. Instrumentos de participación ciudadana

Promovidos desde las instituciones	Promovidos por la sociedad
Reglamentos de participación ciudadana	Iniciativas ciudadanas
Audiencias públicas	Mecanismos de control democrático
Consultas populares y referendos	Presentación de servicios desde el tercer sector
Eco auditorías participativas	Redes y plataformas ciudadanas
Organismos sectoriales y territoriales de participación: descentralización política	Planes comunitarios
Apoyo y fomento de asociaciones	Planes auto sustentables
Desarrollo de canales de información	Foros cívicos: indicadores de calidad de vida y sustentabilidad
Formación para la participación	
Presupuestos participativos	

Fuente: extraído de Guillen *et. al.* (2008)

Las actividades del sector público son diferentes de las que se realizan dentro del sector privado (Stiglitz, 1997), la acción de las practicas organizativas hacen referencia a la diferentes acciones y estrategias que sigue la población para mantener y desarrollar la subsistencia cotidiana y otros proyectos de vida (Appendini & Nuijten, 2002), estas formas de organización proporcionan información crucial, apoyo financiero y ayuda práctica, por lo cual antes de recurrir a las instancias de carácter estatal o nacional, se pueden contar con la participación de algunas instancias como lo presenta la siguiente tabla:

Tabla 27. Conceptos centrales de las prácticas organizativas locales.

Instituciones	Las instituciones son estructuras de tipo regulativo, normativo, cognoscitivo que dan estabilidad, coherencia y significado al comportamiento social. Las instituciones son transportadas por diferentes medios: cultura, estructuras y rutina.
Organizaciones	Las organizaciones son entidades construidas en torno a procesos definidos que aseguran el logro de objetivos determinados. La estructura organizacional se basa en la definición de roles y funciones distintas y las reglas organizativas deben asegurar un desempeño confiable.
Practicas organizativas	Las prácticas organizativas son las distintas acciones y estrategias de los individuos para sostener y desarrollar su subsistencia cotidiana y otros proyectos de vida. Las practicas organizativas pueden evolucionar para conformar patrones establecidos (procesos de institucionalización) y de esta manera dar lugar a nuevas instituciones.
Contexto institucional local	El contexto institucional está constituido por las manifestaciones específicas de las instituciones en el área geográfica.

Fuente: elaboración propia con base en Appendini & Nuijten, 2002

Bajo este contexto, el gobierno debe seguir desempeñando varias funciones esenciales como lo es la promoción de la educación, el fomento a la tecnología, el apoyo al sector financiero, inversión de la infraestructura, el control ambiental, el mantenimiento de la red de seguridad social y las acciones que promuevan la equidad y alivien la pobreza.

Todo lo anterior es de acuerdo a las posibilidades de cada área de aplicación y nivel geográfico, sin embargo aplicado de la manera correcta y apoyando la investigación para nuevos métodos de mejoramiento en la práctica de la agricultura, se conseguirá una mejor calidad de vida y un correcto aprovechamiento de los recursos naturales.

Las condiciones para alcanzar un desarrollo sustentable requieren de acuerdos que incluyan a los actores sociales, políticos y al agenda pública del Estado (Castillo y Chaves, 2016), sólo un desarrollo y producción social y ambientalmente sustentable puede realizar los objetivos políticos y sociales del Estado, en forma integral y universal (Altieri, 1999).

Según. (Castillo y Chaves, 2016) toda política que pretenda defender el papel del Estado debe abordar los siguientes parámetros:

- La productividad debe ser integrada a los ciclos ambientales, partiendo de que los recursos son finitos.
- La producción debe ser para cubrir las necesidades colectivas humanas y no los intereses corporativos ni privados.
- Eliminación de todo tipo de injusticias sociales: violencia, miseria, riqueza, privatización.
- Aplicación de las 4 erres: reducir, rechazar, reciclar y reutilizar.
- Aplicar nuevo ordenamiento territorial que tenga la relación estrecha de capacidad de uso de la tierra y planificación de la misma.
- Valoración, regeneración y/o creación de conocimientos locales que mejoren la calidad de vida.

Se conocen los consensos teóricos en foros internacionales acerca del tema de la sustentabilidad, sin embargo la aplicación en distintas escalas geográficas, es aún incipiente e ineficiente (Castillo y Chaves 2016).

Es necesario implantar un sistema que replantee las estructuras locales, nacionales e internacionales, que respete los ciclos ambientales y las condiciones socioculturales, es necesario un marco de principios equitativos por encima de intereses individualistas de origen financiero-económico (Castillo y Chaves 2016).

Los obstáculos que enfrentados por la sustentabilidad son básicamente teórico metodológicos: deficiencias de las ciencias sociales frente a lo ambiental (clima, vegetación, producción, reforestación; deficiencia de la ciencia social frente a lo

social (aspectos de la economía, riqueza, pobreza), y deficiencia frente a lo político (planes y modelos de desarrollo, estructuras administrativas gubernamentales caóticas) (Castillo y Chaves 2016).

Discusión general

Derivado de los resultados de la investigación se comprueba que el proceso de industrialización en la agricultura sufrió un cambio en su productividad y uso de recursos (FAO, 2017) además de que el objetivo del mercado más allá de la suficiencia alimentaria (Gómez- Espinoza y Gómez, 2006) es una realidad en las localidades estudiadas, puesto que de acuerdo a la información recabada en campo, la población mostro tener un mayor interés hacia actividades agrícolas productivas derivadas de la revolución verde y de manera minoritaria el interés por la conservación de una agricultura tradicional.

De acuerdo a lo mencionado por Rubio (2016) la tendencia de monocultivo crea ecosistemas simplificados e inestables, los cuales son propensos a enfermedades y plagas; provoca el empobrecimiento de los suelos, el aceleramiento de procesos erosivos y la pérdida de biodiversidad; además de que la dependencia por parte del poblador aumenta en relación a la adquisición de insumos ya que se ven obligados a un mayor uso de agrotóxicos; todo lo anterior lleva a la pérdida del patrimonio inmaterial asociado con el sistema tradicional.

Todo lo anterior se vio reflejado en el momento de las visitas a dichas localidades, donde se observó que la superficie destinada a producir cultivos básicos tradicionales cambia a otros comerciales como lo son las flores, situación que es normal considerando el modelo de producción que predomina es el convencional, es importante buscar la sustentabilidad en la agricultura lo cual implica reducir el daño ambiental, mantener la productividad, promover el crecimiento económico a corto y largo plazo y mantener la estabilidad de vida en las comunidades (Domínguez, 2007).

El antagonismo y la lucha entre la sustentabilidad débil y la fuerte (Tobasura, 2011) así como su estudio aplicado a la realidad es un asunto de suma importancia puesto que no se puede dar por hecho que en el territorio se manifiesta un desarrollo específico de actividades productivas sin comprobarlo, es necesario conocer las condiciones y circunstancias con las que se vive y las

decisiones que la población toma ante los nuevos modelos productivos propuestos.

Se conoce la creación de instituciones y documentos de carácter ambiental que buscan el desarrollo de la sustentabilidad en distintas escalas, sin embargo, es necesario la comprobación de la aplicación de los mismos, así como el alcance de los objetivos que se tienen. En el caso de la presente investigación que se desarrolló un estudio a nivel local, no se ve un impacto positivo acerca de la aplicación de toda herramienta creada a nivel internacional para alcanzar la sustentabilidad.

Sin embargo es importante aclarar que se trata de buscar la sinergia real entre la ecología, economía y las ciencias agropecuarias (Gutiérrez et. al. 2008), es necesario buscar un abordaje multidisciplinario que permita identificar sistémicamente las decisiones a tomar, a través del estudio de diversas escalas de análisis y la aplicación de estrategias en las mismas.

Conclusiones

Se cumplió con el objetivo general de la evaluación comparativa de la sustentabilidad en localidades con sistemas agroecológicos y localidades con sistemas de agricultura convencional de monocultivo, los municipios pertenecientes a dichas localidades han sido objeto de estudio en investigaciones previas (García, 2014 y González *et.al.*, 2005) este estudio contribuye a un conocimiento específico de algunas de las localidades presentes.

Cabe recordar que la investigación se centró en las localidades y no en los agroecosistemas, por lo que los indicadores considerados para la evaluación fueron bajo el enfoque de una dinámica local en las esferas ambiental, economía, social, tecnología, institucional y cultural, por lo que se retomó en gran parte los datos ya generados por instancias gubernamentales, los cuales permitieron el análisis y la comparación en este estudio, además de la información generada a partir de los cuestionarios aplicados en las localidades.

Los objetivos específicos se cumplieron, permitiendo así la práctica de la aplicación del marco MESMIS; que busca la medición de la sustentabilidad; sin embargo una de las limitantes para un análisis más profundo fue la falta de información a nivel local, lo cual impidió que se consideraran un mayor número de indicadores que pudieran dar detalles sobre lo que se encuentra en cada localidad.

La aplicación del marco MESMIS al objeto de estudio se consiguió puesto que en la investigación se hizo uso de los atributos de la sustentabilidad, se enfocó en una escala espacial local y se compararon simultáneamente localidades con diferentes modelos agrícolas en un mismo municipio, consiguiendo así el conocimiento de la dinámica en las localidad así como el fortalecimiento de la metodología utilizada, todo esto, de acuerdo a lo mencionado por López-Ridaura, *et. al.* (2001).

Los indicadores empleados fueron contrastados conforme al argumento de Romero *et. al.* (2011), quienes mencionan que los valores óptimos para un objeto de estudio son aquellos valores máximos alcanzados o deseables a alcanzar que se fijan por medio de la información disponible y bibliografía del tema; lo cual permitió el establecimiento de los valores óptimos para cada indicador.

Las localidades estudiadas cuentan con rocas de tipo sedimentaria e intrusiva, climas como el semicálido, cálido subhúmedo y semifrío subhúmedo; tipos de suelo como acrisol, andosol, cambisol, feozem, litosol, luvisol, regosol, rendzina y vertisol, los cuales cuentan con características diversas para las actividades productivas, además esta zona de estudio se encuentra en una zona de transición ecológica (ecotono), en donde interactúan dos reinos biogeográficos: neotropical y neártico (Juan,2013).

Sin embargo, las condiciones sociales apuntan hacia un crecimiento poblacional el cual tendrá consecuencias en el sector agrícola, debido a que el modelo convencional aporta una mayor rapidez y cantidad de productos para la satisfacción de las necesidades de la población, lo cual se puede ver comprobado en los resultados del índice general de sustentabilidad de cada localidad, en los cuales se muestra que el grado no supera en ningún caso los 50 y la diferencia entre localidades con diferentes sistemas productivos en un mismo municipio, no varía en gran manera.

Recomendaciones

El MESMIS tiene el beneficio de ser una metodología que se puede ampliar a diferentes escalas y características de la zona de estudio, hay que considerar en un futuro la aplicación de la misma en distintos contextos, lo que permitirá en primera instancia que la metodología se vaya mejorando y por consiguiente que se pueda cumplir su objetivo que es medir la sustentabilidad, de una manera multidisciplinar.

En esta investigación se estudiaron las localidades que tienen predominancia en producción agrícola, sin embargo es recomendable, que los siguientes estudios puedan considerar otras actividades productivas, ya que la sustentabilidad puede ser evaluada en distintos ámbitos, lo cual permitirá una comprensión más amplia de las zonas de estudio.

La complejidad del concepto de sustentabilidad implica que se tenga en cuenta una perspectiva geográfica, cultural, política y educativa donde puedan elegirse de igual manera como en este estudio, indicadores que correspondan a los atributos de la sustentabilidad, tomando en cuenta la escala de medición del objeto de estudio.

Cuando se considera el tema de sustentabilidad es común tener un enfoque ambiental sin embargo es necesario considerar que el cambio no es únicamente en el ambiente sino también en el sistema social, económico y político, ya que es necesario replantear un cambio en la percepción, pensamiento y acciones (Castillo y Chaves 216).

Es importante considerar los datos disponibles en la investigación ya que las instancias gubernamentales no suelen contar con todos los datos en todas las escalas, lo cual impide que se puedan considerar una mayor cantidad de datos, provocando una investigación incompleta en algunas escalas; de igual manera es recomendable que desde el ámbito gubernamental se trabaje verdaderamente en la generación de nuevos datos para el apoyo al estudio.

Existen diversas fuentes de incertidumbre como lo son la falta de datos, datos inadecuados, definición imprecisa del sistema de estudio y sus fronteras, a raíz de lo anterior deben realizarse nuevas investigaciones y diseños de estrategias que incluyan estos riesgos y puedan dar soluciones, los riesgos son debido a que la complejidad de la zona de estudio escapa del control humano sin embargo ello no se debe ser una excusa para la falta de acción.

Es necesario el aumento de datos estadísticos que apoyen a futuras investigaciones y aporten a la toma de decisiones adecuadas, así como el establecimiento de indicadores e índices de sustentabilidad que ayuden a comprender la complejidad de un sistema, así como conocer las áreas necesarias para la toma de decisiones.

Los estudios futuros usando esta metodología pueden abarcar un mayor número de indicadores que permitan una mejor comprensión, los cuales aborden en mayor profundidad todo lo que en los primeros estudios no se aplicó o consolidó totalmente, es claro que muchos datos no serán de sencilla obtención o generación sin embargo es el reto de la investigación.

La Propuesta para el Manejo Sustentable de Recursos Naturales (MSRN) puede ser complementado a lo largo del tiempo, de tal manera que si se consigue la gestión de la misma se puedan ver resultados reales, cambios en la calidad de vida de la población y una disminución del impacto ambiental en la zona de estudio.

Bibliografía

- Abasolo, V. (2011) *Revalorización de los saberes tradicionales campesinos relacionados con el manejo de tierras agrícolas*, Revista de Ciencias Sociales de la Universidad Iberoamericana.
- Altieri, M. (s/a) *Agroecology: principles and strategies for designing sustainable farming system*, University of California.
- Altieri, M. (1999) *Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable*, Editorial Nordon Comunidad, Uruguay.
- Álvarez, J.; Díaz, J.; López, J.; (2005) *Agricultura orgánica vs agricultura moderna como factores en la salud pública. ¿Sustentabilidad?* Horizonte Sanitario, México.
- Appendini, K.; Nuijten, M. (1997) *El papel de las instituciones en contextos locales*, el Colegio de México, México.
- Arnés, E.; (2011) *Desarrollo de la metodología de la evaluación de sostenibilidad de los campesinos de montaña en San José de Cusmapa (Nicaragua)*, Tesis de Master.
- Astier, M.; Masera, O.; López-Ridaura, S.; (1999) *Marco para la evaluación de sistemas de manejo de recursos naturales mediante indicadores de la sustentabilidad*.

- Astier, M.; López, E.; Pérez, O.; Masera, O. (2000) *El Marco de la Evaluación MESMIS y su aplicación en un sistema agrícola campesino en la región Purhépecha, México*. Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada, A.C.
- Ataide, G.; Moura, M.; Martins, M.; Souto, M.; (2015) *Avalicao da sustentabilidade de unidades de producao agroecologicos um estudo comparative dos metodos IDEA e MESMIS*.
- Bello, A.; González, J. (1997) *Ecología de los sistemas agrarios*, Centro de Ciencias Ambientales, Madrid.
- Cano, J (2014) *La política agrícola en México, impactos y retos*, Revista Mexicana de Agronegocios, México.
- Casas, A.; Pérez–Negrón, J.; Torres–García, E.; Ignacio&Vallejo, M.; Moreno, M.; Farfán, A. (2014) *Manejo sustentable de recursos naturales*. Naturaleza y cultura.
- Castillo, R. (2002) *Agroecología: atributos de la sustentabilidad*. Revista de las Sedes Regionales.
- Castillo, R.; Chaves, D.; (2016) *Perspectivas de la sustentabilidad teoría y campos de análisis*. Revista pensamiento actual, Universidad de Costa Rica.
- Censo de Población y Vivienda (2010), ITER, INEGI.

- Contreras, P. (2016) *Evaluación de la sustentabilidad para el diseño y gestión de una propuesta agroecológica mediante educación ambiental. Caso de estudio San Andrés Tepetitlán, UAEM* [Tesis].
- Del Puerto, A.; Suarez, S.; Palacio, D.; (2004) *Efectos de los plaguicidas sobre el ambiente y la salud*, Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología (INHEM). La Habana, Cuba.
- Domínguez, M. (2007) *Propuesta para el manejo sustentable y bajo condiciones de inocuidad en sistemas de producción ovina*. Revista Iberoamericana para la investigación para la investigación y el desarrollo educativo. UNAM.
- Durán, G. (s/a). *Medir la sostenibilidad; indicadores económicos, ecológicos y sociales*. Universidad Autónoma de Madrid.
- Durán, G. (2000) *Medir la sostenibilidad: indicadores económicos, ecológicos y sociales*. Universidad Autónoma de Madrid.
- Farshad, A.; Van, E.; Berroterán, J.; Zinck, J.; Moameni, A. Wokabi, S. (2005) *La sustentabilidad agrícola un análisis jerárquico*. Gaceta ecológica.
- FAO (2009) *La agricultura mundial en la perspectiva del año 2050*, ONU.
- FAO (2014). *Agricultura familiar y desarrollo sustentable*, XXXIII Conferencia Regional de la FAO para América Latina y el Caribe.
- FAO (2017). *El futuro de la alimentación y la agricultura*, ONU.

- Foladori, G.; Pierri, N. (2005). *¿Sustentabilidad? Desacuerdos sobre el desarrollo sustentable*, Porrúa, México.
- García, J. (2014) *Análisis agroecológico de huertos familiares al sur del Estado de México. Estrategia de conservación de recursos naturales y seguridad alimentaria*. Tesis de Maestría, UAEMEX, Estado de México.
- Giannuzzo, A. (2010) *Los estudios sobre el ambiente y la ciencia ambiental*, Scientiæ zudia, São Paulo.
- Gómez-Espinoza, J, Gómez, G. (2006) *Saberes tradicionales agrícolas indígenas y campesinos: rescate, sistematización e incorporación a las IEAS*, Ra Ximhai.
- González, E., Ríos, H., Brunnet, L. Zamorao, L. Villa, S. (2006) *¿Es posible evaluar la dimensión social de la sustentabilidad? Aplicación de una metodología en dos comunidades campesinas del valle de Toluca*, México Convergencia. Revista de Ciencias Sociales, México.
- González-Jácome, A, (2004) *Ambiente y cultura en la agricultura tradicional de México: casos y perspectivas*. Ciencia Ergo Sum.
- González, A.; Gutiérrez, J.; Antonio, X.; Balderas, M. (2005) *Análisis espacial de la composición florística de huertos familiares en Malinalco, Tenancingo y Villa Guerrero, Estado de México*. UAEM [Tesis].
- González, M. (2011) *Introducción a la agroecología*, Sociedad Española de Agricultura Ecológica.

- Guillen, A.; Baddi, M.; Blanco, M; Saenz, K. (2008) *La participación ciudadana en el contexto del desarrollo sustentable*, UANL, México.
- Gutiérrez, J. Aguilera, L., González, C., Juan, J. (2011) *Evaluación preliminar de la sustentabilidad de una propuesta agroecológica, en el subtrópico del altiplano central de México*. Tropical and Subtropical Agroecosystems.
- Gutiérrez, E. (2007) *De las teorías del desarrollo al desarrollo sustentable, historia de la construcción de un enfoque multidisciplinario*, Trayectorias, México.
- Gutiérrez, J.; Aguilera, L.; González, C.; (2008) *Agroecología y sustentabilidad*. Convergencia Revista de Ciencias Sociales, México.
- Gutiérrez, J.; White, L.; Juan, J. Chávez, M. (2012) *Agro ecosistemas de huertos familiares en el subtrópico del altiplano mexicano. Una visión sistémica*, Tropical and Subtropical Agroecosystems.
- Gutiérrez, J. (2012) *La investigación geográfica. Fundamentos, metodos e instrumentos*. Editorial Dunken.
- Hernández, E. (1988). *La agricultura tradicional en México*, Comercio Exterior.
- Índice de Desarrollo Humano (2012) *Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) en México*, Oficina de Investigación en Desarrollo Humano (OIDH).

- Jiménez-Cruz, M; Gutiérrez- Cedillo, J.; González-Esquivel, C. Juan-Pérez, J. (2015) *Evaluación de sustentabilidad en dos niveles de análisis y dos escalas espaciales*, Quivera.
- Juan, J. (2013) *Los huertos familiares en una provincia del subtrópico mexicano. Análisis espacial, económico y sociocultural*. Eumed
- López, V. (2008) *Sustentabilidad y desarrollo sustentable*. Trillas, México.
- López-Ridaura, S.; Masera, O.; Astier, M. (2011) *Evaluando la sostenibilidad de los sistemas agrícolas integrados: el marco MESMIS*, Boletín de ILEIA.
- Martínez, T.; (1983) *Historia de la agricultura en México*. (Ponencia).
- Masera, O., López-Ridaura, S. (2000) *Sustentabilidad y sistemas campesinos: cinco experiencias de evaluación en el México rural*, Mundi-Orensa, México.
- Mesino, L. (2006) *Las políticas fiscales y su impacto en el bienestar social de la población venezolana un análisis desde el paradigma crítico*. Facultad de Ciencias Económicas y Sociales de la Universidad de Zulia (Tesis Doctoral).
- OIT (2017) *Fortalecimiento del desarrollo local en las zonas rurales mediante cooperativas y otras empresas y organizaciones de la economía social y solidaria*. Notas de orientación de políticas de trabajo decente en la economía rural.

- Ortega, G (2009) *Agroecología vs. Agricultura Convencional*, Base de Investigaciones Sociales Asunción, Paraguay.
- Osorio, G. (2008) *Agricultura sustentable. Una alternativa de alto rendimiento*, Ciencia UANL.
- Pengue, W. (2005) *Agricultura industrial y transnacionalización en América Latina*, GEPAMA.
- Pichardo, B. (2006) *La revolución verde en México*. Agraria, Sao Paulo.
- Quiroga, E. (2001) *Indicadores de sostenibilidad ambiental y de desarrollo sostenible*. Estado del Arte y Perspectivas.
- Restrepo, J.; Ángel, D.; Pague, M. (2000) *Agroecología, centro para el desarrollo agropecuario y forestal*, CEDAF.
- Rodríguez, M. (2007) *La preservación del medio ambiente en el planeta, riesgos y oportunidades para Colombia*, [Congreso].
- Rojas, J. (2014) *Conceptos básicos sobre el medio ambiente y el desarrollo sustentable*, Colección Educar para el Ambiente.
- Romero, H., (2014) *Conceptos básicos sobre el medio ambiente y el desarrollo sustentable*, Colección Educar para el Ambiente.
- Romero, M.; Cruz, A.; Goyta, M. (2011) *La sustentabilidad de dos sistemas de producción de piloncillo en comunidades indígenas de la región centro de la Huasteca Potosina*, Revista de geografía agrícola, México.

- Rosset, P.; Martínez, M. (2016) *Agroecología, territorio, recampesinización y movimientos sociales*, Estudios Sociales, México.
- Rubio, W. (2016) *Impactos de la revolución verde en la Agricultura colombiana*, Universidad del Quindío.
- Saavedra, G. (2014) *Ciencias ambientales y ecología*, Revista del CIECAS-IPN.
- Sánchez, M.; Sánchez, M. (2006) *Los plaguicidas: absorción y evolución en el suelo*, Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología.
- Sarandón, S.; Zuluaga, M.; Cieza, R.; Gómez, C.; Vanjetic, L.; Negrete, E. (s/a) *Evaluación de la sustentabilidad de sistemas agrícolas de fincas en misiones, Argentina, mediante el uso de indicadores*. Agroecología.
- Sarandón, S.; Flores, C. (2009) *Evaluación de la sustentabilidad en agroecosistemas: una propuesta metodológica*. Agroecología, Argentina.
- Sarandón, S.; Flores, C. (2014) *Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de Agroecosistemas sustentables*, Editorial de la Universidad de la Plata.
- Solórzano, C. (2002) *Diseño de indicadores de sustentabilidad por cuencas hidrográficas*, Instituto Nacional de Ecología.
- Stiglitz, J. (1997) *El papel del gobierno en el desarrollo económico*, Cuadernos de Economía.

- Tobasura, I. (2011) *La dimensión social de la sustentabilidad en sistemas hidroagrícolas*, Revista Luna Azul, Colombia.
- Treviño, A.; Sánchez, J.; García, A. (2003) *El Desarrollo Sustentable: Interpretación y Análisis*, Revista del Centro de Investigación. Universidad La Salle.
- Tudela, F. (1993). *Población y sustentabilidad de desarrollo: los desafíos de la complejidad*, Comercio Exterior, México.
- Velázquez, L.; Vargas, J.: (2012) *La sustentabilidad como modelo de desarrollo responsable y competitivo*, Ingeniería de Recursos Naturales y del Ambiente.
- Xolocotzi, E. (1988) *La agricultura tradicional en México*, Comercio Exterior: México.

Anexos

Anexo 1. Instrumento de investigación

Municipio	Edad
Localidad	Sexo
1. ¿Cuáles son los cultivos que suele sembrar?	
<input type="checkbox"/> De temporal	
<input type="checkbox"/> De riego	
<input type="checkbox"/> Huertos frutales	
<input type="checkbox"/> Especies de hortalizas	
2. ¿Colocan cercos vivos o barreras rompe vientos (arbustos, arboles)?	
<input type="checkbox"/> Si	
<input type="checkbox"/> No	
3. ¿Cuáles productos agrícolas se producen en la localidad?	
4. ¿En escala del 1 al 5 que tal fértil considera su suelo, siento 1 muy bajo y 5 muy alto?	
5. ¿Los productos de los cultivos son para consumo propio, para venta o ambos?	
6. ¿Cuántas personas en su casa se dedican a trabajar la tierra?	
7. ¿Considera importante el uso de fertilizantes químicos en los cultivos? ¿Qué beneficios le trae?	
8. ¿Qué cantidad de fertilizantes utiliza por hectárea por año?	
9. ¿Considera importante el uso de pesticidas químicos en los cultivos? ¿Qué beneficios le trae?	
10. En Escala del 1 al 5 ¿Qué tal fértil considera la tierra que usa?	
11. ¿Qué cantidad de pesticidas utiliza por hectárea por año?	
12. ¿Existen instituciones sociales (ONG´s), del gobierno, universidades, o privadas que estén realizando proyectos de desarrollo en la localidad? ¿Cuántas? ¿Cuáles?	
13. ¿Cuáles proyectos se han desarrollado (proyectos ambientales, educación ambiental, cursos, capacitaciones, etc.?)	
14. ¿Practican la asociación de cultivos? En estos casos, ¿Cuáles son los tipos de cultivo que predominan?	
15. ¿Practican el cultivo de milpa? ¿Cuántas especies tienen en la milpa?	
16. ¿Qué predomina en sus cultivos, el monocultivo (un solo tipo de cultivo) o el policultivo (más de un tipo de cultivo)	

Anexo 2. Productos

Participación en ponencia

 **UAEM** | Universidad Autónoma del Estado de México

La Facultad de Geografía otorga la presente

Constancia

A: Lorena Guadalupe Ramírez González

Por su participación como **PONENTE** con el tema: "SUSTENTABILIDAD EN LOCALIDADES CON SISTEMAS AGROECOLÓGICOS Y LOCALIDADES CON SISTEMAS DE AGRICULTURA CONVENCIONAL. UNA EVALUACIÓN COMPARATIVA.", en el marco del 2DO. CONGRESO INTERNACIONAL DE TERRITORIOS, SUSTENTABILIDAD Y GOBERNANZA EN MÉXICO Y POLONIA, el día 24 de enero de 2017.

ATENAMENTE
PATRIA, CIENCIA Y TRABAJO
"2017, Año del Centenario de la Promulgación de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos"


M. en C. A. Francisco Zepeda Montañón
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE GEOGRAFÍA
FACULTAD DE GEOGRAFÍA
DIRECCIÓN


Dr. en Urb. Juan Roberto Calderón Maya
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE PLANEACIÓN URBANA Y REGIONAL



Capítulo de libro publicado

Territorios, sustentabilidad y gobernanza en México y Polonia

Territorios, sustentabilidad y gobernanza en México y Polonia



Gestión ambiental participativa. Una estrategia comunitaria contra la vulnerabilidad socio ambiental <i>Carlos Reyna Valencia, Jesús Gastón Gutiérrez Cedillo, Xanat Antonio Némiga y Georgina Sierra Domínguez</i>	60
Conocimiento agroecológico campesino al sur del Estado de México <i>José Carmen García Flores, Jesús Gastón Gutiérrez Cedillo y Miguel Ángel Balderas Plata</i>	84
La caracterización de la cuenca como base para planificar el uso de recursos naturales. El caso de la cuenca de Chalma <i>Alejandro Rafael Alvarado Granados, Carlos Alberto Pérez Ramírez y Elizabeth Díaz Cuenca</i>	108
Importancia de los agroecosistemas con huertos familiares para la resiliencia socio-ambiental, en zonas rurales de México <i>Jesús Gastón Gutiérrez Cedillo, Roberto Franco Plata y Xanat Antonio Némiga</i>	133
Evaluación de sustentabilidad en localidades rurales. Un análisis de indicadores estratégicos <i>Lorena Guadalupe Ramírez González, Jesús Gastón Gutiérrez Cedillo y José Isabel Juan Pérez</i>	156

Artículo enviado

Artículo

 Lorena Ramírez González
Mar 15/01/2019, 02:29 PM
revista.lunazul@ucaldas.edu.co

 Artículo_LorenaRamirez_1...
333 KB

Descargar Guardar en OneDrive

Artículo de investigación científica y tecnológica

Lorena Guadalupe Ram??rez Gonz??lez
Licenciada en Ciencias Ambientales