



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE GUERRERO

UNIDAD DE CIENCIAS DE DESARROLLO REGIONAL

MAESTRÍA EN GESTIÓN PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE

PROGRAMA INCORPORADO AL PADRON NACIONAL DE POSGRADO DE CALIDAD (CONACYT - PNPC)

Título del proyecto:

Propuesta de producción sustentable en sistemas agrícolas campesinos de Cuanacaxtitlán, Guerrero

Trabajo de Investigación
Que para obtener el grado de
Maestra en Gestión para el Desarrollo Sustentable

Presenta:

Obdulia Solano Albino

Matrícula: 09201000 Generación: 2019 - 2021

Director:

Dr. Artemio López Ríos

Comité Tutorial:

Dr. Héctor Segura Pacheco

Dr. Diego Flores Sánchez

Dra. Gloria Torres Espino

Dr. Antonio Hernández Pólito



Acapulco de Juárez, Guerrero; Abril del 2022

Dedicatoria

Dedico esta tesis a los campesinos y campesinas del mundo, que siembran y producen a pesar de las consecuencias de un modelo de producción capitalista. A las personas que luchan junto a ellos, que enseñan y aprenden porque entienden que es donde reside la clave de la soberanía alimentaria y es donde se puede aspirar a algo parecido a sustentabilidad. Va en especial para mi gente, para mi pueblo “Cuanacaxtítlán”, porque es necesaria la transición y esto apenas empieza. A mi familia, porque para cambiar al mundo hay que empezar por uno mismo.

A la memoria de los familiares que inesperadamente se nos adelantaron este año, dejándonos un vacío e innumerables porqués. No queda más que seguir adelante, dando lo mejor de nosotros, por ellos, por lo que nos enseñaron sin palabras, luchando ante las dificultades hasta el último minuto. No debemos conformarnos, seguir insistiendo ante las posibilidades de un cambio que iguale las condiciones en las que nos enfrentamos a la vida.

Agradecimientos

Agradezco a mi padre Jehová Dios por su amor y paciencia infinita para conmigo, sus tiempos en verdad son perfectos.

A mis padres, anfitriones de este proyecto que se embarcaron en esta aventura aún reacios ante la necesidad de cambiar su modo de producción. Ahora están convencidos, la semilla está sembrada y aún una puede dar grandes frutos.

A mi familia, que ha estado conmigo en los momentos más difíciles, sobrellevado mis desventuras y aguantado mis quejas y lamentaciones. Durante estos años en los que pareciese haber abierto la caja de pandora, han sido mi mayor soporte. Gracias.

A los productores que trabajaron en este proyecto, que lo hicieron suyo, porque es por ellos y para ellos. Gracias por el interés, conocimientos y recursos aportados.

A Lombriabono Ecológico Guerrero y el Centro de Desarrollo Integral Campesino de la Mixteca (CEDICAM) Hitanuni A.C. organizaciones que creyeron en el proyecto y compartieron con nuestro grupo de trabajo sus conocimientos y experiencias en la producción agroecológica y la vida.

Al Concejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca otorgada durante mi estancia en la maestría. A la Universidad Autónoma de Guerrero y a la maestría en Gestión para el Desarrollo Sustentable por la oportunidad que me dieron de seguir preparándome y por haber facilitado una pequeña acción en beneficio de mi comunidad.

Al Dr. Artemio López Ríos, por su tiempo y guía en este proceso. Gracias por su comprensión y paciencia ante mis continuos contratiempos. Sus aportaciones, comentarios y sugerencias fueron clave en el desarrollo del proyecto.

Al Dr. Héctor Segura Pacheco, Dr. Diego Flores Sánchez, Dra. Gloria Torres Espino y Dr. Antonio Hernández Pólito por tomarse el tiempo en la revisión de este trabajo a pesar de sus diversas actividades. Gracias por sus comentarios, sugerencias y aportaciones para la mejora del escrito.

Nuevamente al Dr. Artemio López Ríos, Dr. Héctor Segura Pacheco y Dra. Rocío López Velasco porque la enseñanza se basa en hechos más que en palabras. En este proyecto y venideros perdurara la huella del camino enseñado.

Contenido

<u>Resumen</u>	7
<u>Abstract</u>	8
<u>INTRODUCCIÓN</u>	9
<u>Capítulo I. Marco Referencial y Conceptual</u>	153
<u>1.1. Sustentabilidad en la Agricultura</u>	153
<u>1.2. La Agroecología como Estrategia para la Producción Sustentable en Sistemas Agrícolas Campesinos.</u>	231
<u>1.3 Sistemas Agrícolas Campesinos y Sustentabilidad</u>	275
<u>1.4. Seguridad y Soberanía alimentaria</u>	319
<u>1.5. Organización Campesina como Estrategia para la Transmisión de Saberes Agroecológicos y la Conservación e Intercambio de Semillas Nativas</u>	353
<u>Capítulo II. Metodología</u>	397
<u>2.1. Enfoque de la investigación</u>	397
<u>2.2. Descripción del Proceso Metodológico</u>	408
<u>2.3. Implementación de la Propuesta</u>	475
<u>2.3.1. Identificación de las Potencialidades para la Transición Agroecológica</u>	486
<u>Capítulo III. Resultados y Discusión</u>	50
<u>3.1. Sistemas de Manejo Campesino de Producción de Maíz en Cuanacaxtitlán, Guerrero</u>	50
<u>3.1.1. Sistema de Manejo Tradicional (SMT)</u>	50
<u>3.1.3. Comparativo de sistemas de manejo campesino de producción de maíz en Cuanacaxtitlán, Guerrero</u>	566
<u>3.2. Análisis MESMIS de Sistemas de Manejo Campesino de Producción de Maíz en Cuanacaxtitlán, Guerrero: Diagnóstico y Resultados</u>	598
<u>3.2.1. Indicadores de productividad</u>	59
<u>3.2.2. Indicadores de estabilidad, resiliencia y confiabilidad</u>	687
<u>3.2.4. Indicadores de equidad</u>	84
<u>3.2.5. Indicadores de autodependencia (autogestión)</u>	86
<u>3.4. Discusión</u>	921
<u>3.5. Plan de Acción Integral para los sistemas campesinos de producción de maíz en Cuanacaxtitlán, Guerrero</u>	1009
<u>3.5.1. Fase III: Acción</u>	111
<u>Conclusiones</u>	11920

<u>Bibliografía</u>	122
<u>Anexos</u>	133

Índice de cuadros

Cuadro 1. Criterios de diagnóstico e indicadores seleccionados	43
Cuadro 2. Sistemas de producción de maíz en Cuanacaxtitlán, Guerrero, 2020.....	57
Cuadro 3. Análisis FODA de la producción de maíz en Cuanacaxtitlán, 2020.	58
Cuadro 4. Puntos críticos identificados en los sistemas de producción tradicional y convencional.....	59
Cuadro 5. Medición del indicador rendimiento en los agroecosistemas de manejo tradicional.	60
Cuadro 6. Medición del indicador rendimiento en los agroecosistemas de manejo convencional	60
Cuadro 7. Costos totales en los agroecosistemas de manejo tradicional (Mx \$/Ha).....	63
Cuadro 8. Costos totales en los agroecosistemas de manejo convencional (Mx \$/Ha).....	64
Cuadro 9. Ingresos netos en los agroecosistemas de manejo tradicional (Mx \$/Ha).....	65
Cuadro 10. Ingresos netos en los agroecosistemas de manejo convencional (Mx \$/Ha).....	66
Cuadro 11. Uso de herbicidas en los agroecosistemas de manejo tradicional (Ha).....	68
Cuadro 12. Uso de herbicidas en los agroecosistemas de manejo convencional (Ha).....	69
Cuadro 13. Uso de plaguicidas por hectárea en los SMT.....	71
Cuadro 14. Uso de plaguicidas por hectárea en los SMC.....	71
Cuadro 15. Medición del indicador empleo de fertilizantes de síntesis industrial en los agroecosistemas de manejo tradicional.....	73

Cuadro 16.	Medición del indicador empleo de fertilizantes de síntesis industrial en los agroecosistemas de manejo convencional.	74
Cuadro 17.	Medición del indicador ingreso por otras especies en los agroecosistemas de manejo tradicional.	80
Cuadro 18.	Medición del indicador ingreso por otras especies en los agroecosistemas de manejo convencional.....	81
Cuadro 19.	Medición del indicador canales de comercialización.	82
Cuadro 20.	Medición del indicador Talleres o capacitaciones.	83
Cuadro 21.	Medición del indicador nivel de conciencia ambiental.	84
Cuadro 22.	Medición del indicador mano de obra contratada en los agroecosistemas de manejo tradicional.	85
Cuadro 23.	Medición del indicador mano de obra contratada en los SMC.	86
Cuadro 24.	ISAF de cada UPF tradicional.	88
Cuadro 25.	ISAF calculado para cada UPF convencional.	89
Cuadro 26.	Equivalencia de resultados para el gráfico amiba.	91
Cuadro 27.	Actividades propuestas en conjunto con los productores para los SMC.....	102
Cuadro 28.	Actividades propuestas en conjunto con los productores para los SMC.....	103
Cuadro 29.	Actividades propuestas en conjunto con los productores para los SMT.....	104
Cuadro 30.	Actividades propuestas en conjunto con los productores para los SMT.....	105
Cuadro 31.	Plan de acción integral para los agroecosistemas de manejo convencional.....	108
Cuadro 32.	Plan de acción integral para los agroecosistemas de manejo tradicional.....	110

Índice de figuras

Figura 1.	Localización del lugar de estudio. Fuente: Google Earth-INEGI.....	48
Figura 2.	Sistema con predominancia de manejo tradicional de maíz en Cuanacaxtitlán, Guerrero, 2021	54
Figura 3.	Sistema de manejo predominante convencional de maíz en Cuanacaxtitlán, Guerrero, 2021	56
Figura 4.	Medición del indicador B/C	67
Figura 5.	Diagrama de amiba para la comparación de indicadores de sustentabilidad para dos sistemas de manejo de maíz en Cuanacaxtitlán	92
Figura 6.	Elaboración del aparato A	113
Figura 7.	Marcación de la zanja a nivel	113
Figura 8.	Elaboración de foliares a base de gallinaza y abono de arriera	114
Figura 9.	Información sobre el manejo de la lombriz. Acondicionamiento del terreno para el establecimiento de la cama.....	116
Figura 10.	Establecimiento de la cama. Lombriz roja californiana (<i>Eisenia foetida</i>).....	117
Figura 11.	Realización del cuestionario después del recorrido por algunas parcelas.....	145
Figura 12.	Cultivos asociados en los SMT.	145
Figura 13.	Cultivo de maíz en los SMC.	146
Figura 14.	Preparación de abono bocashi realizado por el Sr. Maximino García.....	146
Figura 15.	Aplicación de abono bocashi. Diversidad de especies frutales y maderables alrededor de las parcelas en los SMT.	147
Figura 16.	Maíz criollo sembrado en los SMT.	147
Figura 17.	Preparación de la materia orgánica para la siembra de lombrices.....	148
Figura 18.	Caldo ceniza elaborado por el Sr. Lucino Solano.....	148
Figura 19.	La producción de lombricomposta después de 4 meses de haberse establecido la cama.....	149
Figura 20.	Tamales de milpa, elaborados a base de maíz, frijol y calabaza.	149

Resumen

Este estudio se realizó en Cuanacaxtitlán, Guerrero, el objetivo fue proponer y gestionar la producción sustentable en sistemas agrícolas campesinos de la localidad. Se aplicó un cuestionario semi estructurado a 23 productores de maíz de pequeña escala; los datos obtenidos fueron analizados comparando la sustentabilidad de los sistemas de manejo del cultivo de maíz mediante el “Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad” (MESMIS). Los resultados de este análisis, junto a talleres horizontales con los productores, fueron la base para el diseño de un plan de acción con enfoque agroecológico que puede incidir positivamente en puntos críticos encontrados en los 23 sistemas mixtos de producción de maíz. Para dar continuidad a este plan de acción, se formó un comité de seguimiento que realizará visitas a parcelas de los productores y apoyará en las dudas que pudieran surgir respecto a las acciones planteadas. Durante el proyecto se discutió la importancia de la organización para el avance en la producción sustentable, expansión de prácticas agroecológicas así como la conservación y difusión de semillas locales.

Palabras clave: sustentabilidad, agroecología, agricultura campesina, seguridad alimentaria.

Abstract

This study was carried out in Cuanacaxtitlán, Guerrero, the objective was to propose and manage sustainable production in peasant agricultural systems of the locality. A semi-structured questionnaire was applied to 23 small scale maize farmers. The data obtained were analyzed by comparing the sustainability of the crop management systems through the “Framework for the Evaluation of Natural Resources Management Systems incorporating Sustainability Indicators” (MESMIS). The results of this analysis, along with horizontal workshops with farmers, were the basis for the design of an action plan with an agroecological approach, which can positively affect critical points found in the 23 maize production systems. To give continuity to this action plan, a monitoring committee was formed that will make visits to the farmers' plots, and will support any doubts that may arise regarding the actions proposed. During the project, the importance of the organization for the advancement in sustainable production, expansion of agroecological practices as well as the conservation and dissemination of local seeds was discussed.

Keywords: sustainability, agroecology, peasant agriculture, food security.

INTRODUCCIÓN

Los sistemas agrícolas campesinos producen alimento para más del 70% de la población mundial con menos del 25% de los recursos (Grupo de Acción sobre Erosión, Tecnología y Concentración [ETC], 2017). En México existían en el año 2017 más de cinco millones de propietarios rurales que controlaban 101.9 millones de hectáreas, de estas el 56.4% se destinaba a uso agrícola, mayormente bajo condiciones de temporal (Sánchez y Ruiz, 2017).

La importancia de los sistemas agrícolas campesinos radica en el aporte que hacen en la producción de alimentos. Estas pequeñas explotaciones basadas en el trabajo familiar tienen como objetivo la autosuficiencia (CEPAL, 1984).

El derecho de los pueblos a alimentos sanos, apropiados a su cosmovisión y producidos mediante métodos tradicionales sostenibles, es afectado por políticas que subsidian prácticas como el monocultivo y el uso de insumos de síntesis industrial. Estas prácticas convencionales desplazan métodos ancestrales como la milpa, e inciden negativamente en la autosuficiencia alimentaria de las familias campesinas.

El uso de paquetes tecnológicos convencionales en sistemas agrícolas campesinos los vuelve dependientes del exterior, además eleva los costos de producción por los altos precios de los insumos (Altieri y Toledo, 2010). Las prácticas agrícolas modernas inevitablemente han llevado a los campesinos a sobreexplotar los recursos naturales, así también el uso inadecuado de agrotóxicos ha derivado en degradación del suelo y contaminación del agua (Altieri, 1999).

En el año 2002 Guerrero presentaba los índices más altos de degradación del suelo por erosión hídrica, degradación química con 14.3 % de la superficie estatal afectada, de la cual la más extendida en ese año era la disminución de la fertilidad (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT], 2016).

La disminución de la fertilidad del suelo es un tipo de degradación química que se manifiesta en la disminución de la capacidad productiva de los suelos, afecta de manera directa la producción de alimentos por los altos costos de inversión y los bajos rendimientos (SEMARNAT, 2016).

En Cuanacaxtatlán, la pérdida de productividad de las parcelas de cultivo y la contracción del mercado del maíz criollo favoreció la introducción de maíz híbrido. El cultivo de esta gramínea modificada, al ser genéticamente homogéneo, además de ser sembrado en monocultivo requiere de grandes cantidades de insumos de origen industrial para su producción. El alto precio de los agroquímicos eleva el costo de inversión en la siembra de los cultivos disminuyendo su rentabilidad (Altieri, 2009).

La siembra en monocultivo del maíz híbrido ha propiciado el abandono de prácticas tradicionales como la milpa (asociación maíz-frijol o maíz-calabaza), el manejo inadecuado y sobreutilización de agroquímicos, cambios de uso del suelo por el establecimiento de nuevas parcelas de cultivo, lo que a la vez conlleva efectos ambientales negativos como el aumento de la deforestación, la destrucción de hábitats de la vida silvestre y la consecuente pérdida de la biodiversidad.

La fragilidad del sistema agroalimentario, evidenciada por la pandemia Covid 19 y derivada de la falta de sustentabilidad del modelo de producción predominante, hacen necesario la búsqueda de nuevas alternativas de producción para hacer frente a los requerimientos de una población en crecimiento, pero sobre la misma base de recursos; por lo que la producción de alimentos saludables es primordial dados los problemas de obesidad y desnutrición que padece la población. Así también, los efectos devastadores del cambio climático sobre los más desfavorecidos, demanda un tipo de agricultura más resiliente.

En este contexto de crisis, la agroecología es una alternativa viable para transitar hacia una producción más sustentable. Los sistemas agrícolas campesinos son clave para iniciar ese proceso de transición agroecológica, dada su importancia en la producción de alimentos y en la atención de problemas que actualmente enfrentan.

El enfoque agroecológico es apropiado para mejorar la rentabilidad y sustentabilidad de los sistemas agrícolas campesinos. Al promoverse la diversificación y demás principios, se activan procesos y servicios ecológicos que tienen un impacto positivo en la productividad de los cultivos, la autosuficiencia alimentaria, costos de producción y conservación de los recursos naturales.

El objetivo general del proyecto fue proponer y gestionar la producción sustentable en sistemas agrícolas campesinos en la localidad de Cuanacaxtitlán, Guerrero, dado que la agricultura campesina depende cada vez más de semillas híbridas, fertilizantes, plaguicidas y herbicidas de la industria química que tienen gran impacto en los recursos naturales y en sus ingresos. En este contexto, se necesita otra alternativa de producción que se adapte a las condiciones específicas de la región para un mejor uso de sus recursos.

El enfoque agroecológico puede ser una alternativa, dado que se sustenta en principios ecológicos para desarrollar agroecosistemas que, como en el caso de Cuanacaxtitlán, se requiere sean productivos y conserven los recursos naturales. Este enfoque propicia la participación activa de campesinos en la producción agrícola, así como también la conservación y restauración de recursos naturales, a la vez que comparten sus conocimientos y experiencias.

Para dar cumplimiento al objetivo general se establecieron dos objetivos específicos: (1) Realizar un análisis comparativo de la sustentabilidad de los sistemas de manejo tradicional y convencional del cultivo de maíz en Cuanacaxtitlán, con el método MESMIS y (2) Diseñar un plan de acción integral aplicable a los sistemas agrícolas campesinos de Cuanacaxtitlán.

En el capítulo I se discuten los ejes conceptuales que sustentan el proyecto. El eje articulador es la agroecología en tanto alternativa para mejorar la rentabilidad y sustentabilidad económica, social y ambiental de los sistemas agrícolas campesinos. Resalta la importancia de la agricultura campesina en el aporte a la conservación y restauración de los recursos naturales como el suelo, agua y la diversidad biológica, resultado de las prácticas tradicionales que realiza el sector campesino.

En el capítulo II se describe el enfoque metodológico usado en esta investigación. La evaluación de la sustentabilidad de los 23 sistemas analizados se realizó mediante el método MESMIS. El marco operacional del presente proyecto se basó en la propuesta de procesos participativos para la transición agroecológica de López-García y Guzmán (2014).

En el capítulo III se muestran y discuten los resultados encontrados en la evaluación de la sustentabilidad de los 23 sistemas analizados.

El resultado final de esta investigación fue la elaboración de un plan de acción con enfoque agroecológico propuesto en conjunto con los productores, que puede incidir positivamente en el mejoramiento de los aspectos críticos encontrados en los sistemas de producción de maíz en Cuanacaxtitlán.

Capítulo I. Marco Referencial y Conceptual

El presente apartado aborda cinco enfoques importantes que influyen en el logro de una agricultura sustentable. El concepto de sustentabilidad es muy importante en el contexto agrícola, el uso eficiente de los recursos y su conservación dentro del agroecosistema implica el mantenimiento en el tiempo de una serie de propiedades que se abordan desde la dimensión social, económica y ambiental. Su evaluación y mejoras alternativas dependen del contexto local y de la participación activa de sus actores, de sus características socioculturales que definen percepciones hacia lo que se aspira a sustentar. El eje articulador es la agroecología asumida como alternativa para mejorar la rentabilidad y sustentabilidad económica, social y ambiental de los sistemas agrícolas campesinos. El enfoque agroecológico es participativo, considera las prioridades de los campesinos, respeta su conocimiento tradicional, el cual toma como referente para desarrollar propuestas adecuadas a sus necesidades. Como tercer eje, en relación a los sistemas agrícolas campesinos, se reconoce su importancia por el aporte realizado en la producción de alimentos y conservación de recursos naturales, razón por la que pueden ser la base para la transición hacia una agricultura sustentable. Como cuarto eje, la seguridad y soberanía alimentaria es considerada uno de los objetivos principales de la agricultura sustentable y, por último, se aborda brevemente la organización campesina como referente para la transmisión de saberes agroecológicos, así como la conservación y difusión de semillas locales.

1.1. Sustentabilidad en la Agricultura

El concepto de desarrollo sustentable tiene su origen en el informe “Nuestro futuro común” realizado por la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CMMAD) en 1987, en el que se reconocen las externalidades negativas del desarrollo económico y la manera desigual en que afectan a los países desarrollados y en desarrollo, así como la interrelación existente entre la dimensión económica, ambiental y social, por esto, se plantea como alternativa un nuevo desarrollo que por un lado satisfaga las necesidades actuales de la humanidad y,

por otro, preserve los recursos necesarios en la satisfacción de necesidades de las generaciones futuras.

La definición del desarrollo sustentable planteado en el informe Brundtland es vago en cuanto en donde se llevará a cabo, cuándo y por cuánto tiempo se realizará. Las respuestas a estas cuestiones han dado pie a diversas interpretaciones (Ramírez *et al.*, 2004).

Por su parte Pierri (2005), argumenta que las diversas concepciones del desarrollo sustentable tienen su explicación en el origen mismo del concepto. Explica que en un principio no se buscó resolver las diferencias entre las corrientes: ecologista conservacionista, ambientalismo moderado y crítica humanística, sólo se homogenizaron las ideas del ambientalismo moderado que ve la conservación de los recursos como un medio para lograr el desarrollo y mejorar las condiciones de vida de la humanidad.

Masera *et al.* (1999), proponen dar relevancia a los aspectos que comparten entre sí las variadas definiciones más que a sus diferencias, acordes a un contexto local y a un problema específico que se pretende resolver. Desde esta línea de pensamiento plantean el desarrollo sustentable como: “El proceso mediante el cual se cubrirían de manera permanente las necesidades materiales y espirituales de todos los habitantes del planeta sin deterioro o incluso mejora de las condiciones socioambientales que les dan sustento” (p. 12).

En cuanto al concepto de sustentabilidad, inherente al desarrollo sustentable, también es considerado un término complejo. En su concepción más amplia, la sustentabilidad aborda las tres dimensiones centrales del desarrollo sustentable: social, económica y ambiental. Esto es, que en un determinado sistema implica hacer un uso racional de recursos naturales para conservarlos en beneficio de las generaciones futuras; este uso debe ser eficiente económicamente y suficiente para proporcionar bienestar a la sociedad. Desde esta perspectiva la sustentabilidad puede definirse como: “El mantenimiento de una serie de objetivos (o propiedades) deseados a lo largo del tiempo” (Masera *et al.*, 1999, p.16).

Dada la naturaleza superficial del concepto de sustentabilidad, es necesario definir ¿qué es lo que se va a sustentar?, ¿a quiénes beneficia esa sustentación?, y ¿por cuánto tiempo se va a sustentar? las respuestas a estas cuestiones reflejan diferentes intereses, lo que implica que no exista una definición universal del concepto de sustentabilidad (Pierri, 2005).

Según Toledo (2015), el exacerbado uso del concepto de sustentabilidad y sus variadas definiciones procedentes de diferentes perspectivas, lo han vuelto un concepto abstracto y confuso. Esta vaguedad en el término de sustentabilidad ha sido aprovechada por corporaciones que lucran con la producción de alimentos cooptando y devaluando este concepto en sus prácticas ordinarias.

Para Masera *et al.* (1999), la sustentabilidad es: “Una característica multidimensional de un sistema socioambiental” (p. 16). Desde esta concepción, la sustentabilidad es evaluada de acuerdo al contexto social específico en que se inserta y con base en este se plantean las posibles alternativas. Entonces, la operatividad del concepto de sustentabilidad va a depender del contexto local y de la participación activa de sus actores, de sus características socioculturales que definen sus percepciones hacia lo que se aspira sustentar.

Los principios clave para lograr la sustentabilidad son: integración de procesos y servicios ecológicos en la producción de alimentos, mínima dependencia de insumos no renovables o externos sustituyéndolo por capital humano, aprovechamiento de conocimientos y habilidades tradicionales en pro de la autosuficiencia de las familias, y aprovechamiento del trabajo comunitario consensado para la solución de problemas comunes (Pretty, 2008).

Carabias (1995), menciona que para alcanzar la sustentabilidad planteada en el informe Brundtland, esta debe enfocarse en los medios necesarios para la conservación de los recursos que hacen posible la agricultura: “Debido a que ni la productividad ni la calidad de vida se pueden mantener si los sistemas de producción no son ecológicamente estables” (p. 10).

El concepto de sustentabilidad es importante en el contexto agrícola porque la comprensión de los principios ecológicos que rigen los sistemas agrícolas es crucial para el desarrollo de una agricultura sustentable. Así, la sustentabilidad en el entorno agrícola hace referencia a la capacidad de un agroecosistema para conservar su productividad en el tiempo, a pesar de los factores ecológicos, sociales y económicos que pudieran afectarle (Altieri y Nicholls, 2000).

El concepto de agricultura sustentable tiene su origen en Estados Unidos en 1980, y es planteada como un tipo de agricultura basada en funciones ecosistémicas (Gomiero *et al.*, 2011). No existe un concepto universal de agricultura sustentable, este varía de acuerdo a la disciplina desde la cual se propone y dependiendo de la escala del sistema de estudio (Maser *et al.*, 1999).

Para Altieri y Nicholls (2000), la agricultura sustentable propone el alcance de la seguridad y autosuficiencia alimentaria, al tiempo que conserva y restaura los recursos naturales. Lo anterior se logra mediante prácticas agroecológicas o tradicionales que aumenten su eficiencia y eficacia a largo plazo, siempre en sintonía y respetando los saberes y culturas locales, alentando la participación activa de grupos o familias campesinas mediante tecnologías adaptables a sus condiciones y necesidades específicas, que les permitan gestionar y decidir su desarrollo agrícola.

Entre algunos objetivos que persigue la agricultura sustentable se encuentran: la conservación de recursos naturales como el suelo, agua y biodiversidad, la dependencia mínima de insumos externos, la resiliencia de los agroecosistemas ante perturbaciones externas y la viabilidad económica y social de la producción (Gomiero *et al.*, 2011).

Maser *et al.* (1999) definen la productividad, estabilidad, resiliencia, confiabilidad, adaptabilidad, equidad y autodependencia o autogestión como atributos básicos de un sistema de manejo sustentable. Esto es, dicho sistema debe tener la capacidad de mantener un nivel óptimo estable de bienes y servicios bajo condiciones normales o extremas durante un determinado lapso de tiempo, cuando se produce un cambio de las condiciones endógenas o exógenas en un largo plazo

el sistema debe tener la capacidad de renovarse manteniendo su productividad, así mismo las externalidades derivadas del uso de los recursos, sean positivas o negativas, deben distribuirse de manera equilibrada entre la sociedad presente y futura; por último el agroecosistema debe tener la capacidad de controlar sus interacciones con el exterior.

La sustentabilidad en la agricultura se ha puesto en peligro dada la producción agroindustrial de alimentos. La producción agrícola moderna se caracteriza por el uso de paquetes tecnológicos que incluyen semillas mejoradas, plaguicidas y fertilizantes de síntesis industrial, así como por la implementación de prácticas como la siembra en monocultivo, empleo intensivo de maquinaria agrícola y el riego.

El modelo de producción convencional es herencia del enfoque de la revolución verde iniciada a mediados del siglo pasado e impulsada por Norman Borlaug y la fundación Rockefeller. La revolución verde consistió en la siembra de variedades mejoradas de granos básicos como maíz y trigo, soportada en el uso de grandes cantidades de pesticidas y fertilizantes de síntesis industrial; su objetivo era incrementar la productividad de granos básicos en un corto plazo e ideológicamente acabar con el hambre y la pobreza que imperaba en Asia, África y Latinoamérica. En la actualidad, este modelo de producción tiene fuertes connotaciones económicas, al ser un negocio lucrativo controlado por empresas transnacionales que amenazan la seguridad alimentaria de los pueblos.

Las prácticas agrícolas modernas tienen externalidades negativas. En el aspecto ambiental, algunos efectos negativos son la degradación de recursos como el suelo, el agua, el aire y la biodiversidad. En el aspecto social, al estar enfocadas a productores con grandes superficies y capacidad económica para utilizar los paquetes tecnológicos, estas prácticas de producción han marginado a grupos de productores pequeños y de escasos recursos económicos. Dada la diversidad de agroecosistemas y de estrategias de producción, las prácticas agrícolas modernas no son adecuadas a las distintas necesidades y determinantes sociales, económicas y ambientales de ciertos territorios.

Por otra parte, la inclusión de género y la equidad social son indispensables para la sustentabilidad en la agricultura, sin embargo, las innovaciones implementadas en las unidades de producción de autoconsumo, están lejos de esa sustentabilidad al promover la desigualdad de género en la asignación de recursos y aumentar la dependencia y la carga de trabajo de la mujer, lo que tiene una incidencia directa en el desarrollo agrícola sostenible e inclusivo (Beuchelt, 2016).

Los impactos de género y equidad de una nueva tecnología que ahorra mano de obra dependen de las características culturales y sociales del contexto local. La igualdad de género en la distribución de insumos y control sobre los recursos entre agricultores y agricultoras puede aumentar significativamente la productividad, seguridad alimentaria y nutricional así como la educación (Beuchelt, 2016).

La falta de sustentabilidad económica, social y ambiental de la agricultura moderna pone en riesgo el acceso físico, social y económico de las personas a alimentos en calidad y cantidad suficientes para satisfacer sus necesidades vitales. Este riesgo en seguridad alimentaria se acentúa con mayor fuerza en grupos vulnerables y/o marginados, como campesinos y campesinas asentados en territorios marginados y en pobreza.

En México como en el mundo, se han realizado estudios comparativos de evaluación de la sustentabilidad de sistemas campesinos, utilizando el Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales Incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS) propuesta por Masera *et al.* (1999), los cuales han permitido identificar puntos críticos de cada sistema para, a partir de ahí, elaborar planes de acción mediante un enfoque participativo que optimice el estado de cada componente y permita a productores decidir y gestionar su propio mejoramiento agrícola.

Astier *et al.* (2005), realizaron el diseño de un sistema de manejo alternativo de maíz en la comunidad de Casas Blancas, perteneciente al estado de Michoacán. El proyecto tuvo como finalidad diversificar el sistema de maíz con base en el rescate de cultivos tradicionales e introducción de cultivos forrajeros. Mediante la metodología MESMIS evaluaron la sustentabilidad de los dos sistemas de manejo

existentes; el tradicional y comercial, a partir del análisis de las fortalezas y puntos críticos encontrados en ambos sistemas, propusieron un sistema alternativo que incidiera positivamente en la sustentabilidad económica y ambiental de la producción agrícola.

Mientras tanto, Sánchez *et al.* (2014), evaluaron la sustentabilidad del agroecosistema maíz en la Región de Huamantla, Tlaxcala, México. Mediante el método MESMIS analizaron dos formas de manejo: el tradicional y de transición hacia el industrial. Se encontró que el sistema tradicional es ligeramente más sustentable en determinados aspectos.

Sánchez y Romero (2018), realizaron un estudio comparativo de la sustentabilidad entre el sistema milpa y el sistema de maíz en monocultivo, en el estado de Tlaxcala, México. Mediante el método MESMIS identificaron las debilidades y fortalezas de los sistemas analizados. Los resultados mostraron que el sistema milpa es más sustentable al hacer un mejor uso de los recursos, además de los beneficios socioeconómicos y ambientales que brinda.

La agricultura moderna, en los países en desarrollo, ha afectado a las comunidades rurales en su seguridad alimentaria al transformar sus sistemas de producción, generándoles dependencia de insumos externos, adopción de prácticas que degradan los recursos naturales así como inestabilidad económica debido a la simplificación de la biodiversidad. La disminución en la diversidad de alimentos producidos ha afectado el intercambio entre comunidades y regiones, el uso de variedades mejoradas ha resultado en la erosión de las variedades nativas, que por sus características se encuentran adaptadas a las condiciones locales (Altieri y Nicholls, 2020).

En el medio rural, la implementación de políticas que subsidian insumos agroquímicos, están presionando a los campesinos para que abandonen sus prácticas de producción tradicional y se “modernicen”, condicionando de esta manera el sistema de producción convencional, imponiendo técnicas agrícolas “modernas” como el monocultivo y el uso excesivo de fertilizantes químicos, plaguicidas y herbicidas (Altieri y Toledo, 2010).

La dependencia del sistema agrícola campesino al uso cada vez más creciente de insumos sintéticos eleva los costos de producción, disminuyendo la rentabilidad del cultivo, siendo este el factor que determina la expulsión del campesino del mercado al no poder competir con los bajos precios del producto que este oferta (Altieri y Toledo, 2010). Las prácticas agrícolas modernas han llevado a los campesinos a sobreexplotar los recursos naturales, tanto como el uso inadecuado de agrotóxicos ha derivado en degradación del suelo y contaminación del agua, principalmente.

Ante el escenario de crisis que se vive actualmente con Covid-19, que intensifica la crisis de salud, económica, alimentaria y ambiental, el impulso a la agricultura sustentable es la mejor alternativa para responder a la situación actual y transformar el modelo de producción convencional hacia uno más justo socialmente, resiliente y sostenible.

Durante la pandemia se ha demostrado la importancia de la agricultura a pequeña escala y del comercio local, por lo que la reconstrucción de sistemas alimentarios locales es indispensable ante una situación de inseguridad alimentaria que tiende a profundizarse. Ante este escenario, es preciso impulsar la conservación y el fomento de prácticas agroecológicas en los ecosistemas campesinos.

Se trata de construir un modelo de producción que responda a los retos actuales, que permita seguir produciendo sobre la misma base de recursos para una población en crecimiento; que responda a los requerimientos de alimentos más saludables para mitigar los problemas de desnutrición y obesidad, y se consolide como factor resiliente que afronte con éxito los crecientes impactos del cambio climático.

Dada su importancia en la producción de alimentos y los problemas de rentabilidad y sustentabilidad a los que actualmente se enfrentan, los sistemas agrícolas campesinos son clave para iniciar ese proceso de transición agroecológica. La agroecología, finalmente, es una alternativa viable para transitar hacia una producción más sustentable.

1.2. La Agroecología como Estrategia para la Producción Sustentable en Sistemas Agrícolas Campesinos

Ante las evidentes externalidades ambientales y sociales de la agricultura moderna, surge como alternativa la agroecología. En su evolución histórica la agroecología inicia en 1930 como disciplina científica que en 1960 se gesta como movimiento social, aunque no es reconocida como tal hasta 1990. En 1980 es aceptada la agroecología como un conjunto de prácticas desarrolladas para alcanzar la sostenibilidad en la agricultura (Wezel *et al.*, 2009).

De esta manera, la agroecología es reconocida como un enfoque tridimensional: como disciplina científica, movimiento social y práctica. Como ciencia su definición puede variar en función del enfoque que puede ser a nivel de parcela y campo, a escala de agroecosistemas y granjas e investigaciones que comprendan todo el sistema alimentario (Wezel *et al.*, 2009). Para fines específicos de este estudio se trabajara a nivel parcela.

Como disciplina científica: “Provee los principios ecológicos básicos para estudiar, diseñar y manejar agroecosistemas que sean productivos y conservadores del recurso natural, y que también sean culturalmente sensibles, socialmente justos y económicamente viables” (Altieri, 1999, p. 9).

La agroecología utiliza como unidad de estudio al agroecosistema, entendido como “Comunidades de plantas y animales interactuando con su ambiente físico y químico que ha sido modificado para producir alimentos, fibra, combustible y otros productos para el consumo y procesamiento humano” (Altieri, 2002, p. 50). En este espacio geográfico converge un sinfín de interrelaciones entre factores bióticos, abióticos y culturales que determinan la producción de alimentos y son regulados por un contexto específico.

El enfoque agroecológico persigue optimizar los procesos y servicios ecológicos necesarios para mantener la estabilidad y resiliencia del agroecosistema y, de esta manera, genera su propia fertilidad manteniendo su capacidad productiva a largo plazo (Altieri, 2002 y 2009).

Para el estudio, diseño y manejo de agroecosistemas, la agroecología utiliza un enfoque sistémico, holístico y transdisciplinario (Guzmán *et al.*, 2000). Se abordan de una manera integral los diferentes componentes del agroecosistema: social, económico, político y cultural (Sarandón, 2002; Altieri, 2009). De esta forma se trata de entender y analizar los componentes (estructura), dinámica y funcionamiento del agroecosistema, con el objetivo de lograr un manejo sustentable (Altieri, 2009).

La agroecología se basa en principios, los cuales son directrices que permiten orientar las acciones para el diseño de agroecosistemas sustentables.

Reijntjes (1992) ubica estos principios en cinco apartados, los cuales se centran en: la conservación del suelo mediante la adición de materia orgánica y preservación de la biota del suelo, disponibilidad de nutrientes mediante prácticas que optimicen el reciclaje de los mismos, uso eficiente de los recursos que minimicen su degradación y fomenten su conservación mediante el control de las características endógenas del agroecosistema, monitoreo de plagas y enfermedades para mitigar pérdidas y por último, el aumento de la diversificación genética y funcional del sistema potenciando sinergias y complementariedades entre sus componentes.

Altieri (2009) reduce los principios clasificados por Reijntjes (1992) en cuatro apartados, dado que las plagas y enfermedades se mantienen en equilibrio en el agroecosistema cuando se explotan las complementariedades y sinergias mediante el aumento de la diversificación genética y funcional.

Para la aplicación de estos principios existen diversas prácticas agroecológicas, entre las que destacan compostas, barreras vivas, acolchado, franjas en contorno, abonos verdes, terrazas, policultivos etc.; su utilización dependerá de contextos específicos, insumos locales y necesidades de las familias productoras (Altieri y Nicholl, 2000). Estas prácticas agroecológicas tienen un carácter multifuncional al promover diversos procesos ecológicos.

La aplicación de los principios agroecológicos, para el diseño de agroecosistemas sustentables se respalda en la investigación acción participativa.

Las técnicas de manejo que utiliza respetan el conocimiento tradicional, su contribución parte del mismo, combinándolo con conocimientos científicos para desarrollar estrategias agrícolas apropiadas a las necesidades campesinas. (Altieri y Nicholls, 2000).

La transición agroecológica es un proceso de transformación en el que se busca pasar de un sistema convencional, simplificado y dependiente de insumos externos, a un sistema diversificado, con prácticas agroecológicas que no utilice insumos externos. Esta transformación se va dando de manera progresiva y está orientada por los principios agroecológicos adecuados al contexto social, económico y ambiental de los productores (Caporal y Costabeber, 2004).

De acuerdo con Gliessman (2007), el proceso de transición agroecológica consta de 4 niveles:

La primera etapa consiste en mejorar el uso de los insumos evitando las deficiencias y los excesos para minimizar los daños a los recursos base. Reduciendo el uso de insumos externos, se disminuyen los costos de producción influyendo en el incremento de la rentabilidad económica. Durante esta etapa se implementan prácticas orientadas a la optimización del espacio, uso eficiente de insumos, recursos y conservación del suelo; entre ellas se pueden mencionar la elaboración de terrazas, surcos en contorno, barreras vivas, curvas a nivel, incorporación de residuos de cultivo, coberturas vegetales, captación del agua de lluvia, etc.

En la etapa dos, se sustituyen los insumos externos y prácticas convencionales por dinámicas agroecológicas que restituyen los procesos y servicios ecológicos, minimizando y a la vez subsanando la degradación de los recursos. El uso de abonos verdes, plaguicidas orgánicos, abonos orgánicos, mínima labranza, son prácticas representativas de esta etapa.

El rediseño del agroecosistema es realizado en la etapa tres, durante la cual se implementan prácticas multifuncionales con un enfoque integral; la meta se centra en recuperar los componentes clave del agroecosistema potenciando las

interrelaciones y sinergias positivas, eliminando con esto la dependencia de insumos externos. Entre las prácticas utilizadas se encuentran la diversificación espacial, temporal y la agroforestería, etc.

La etapa 4 consiste en el establecimiento de nuevas relaciones basadas en la confianza entre productores y consumidores, reforzando la economía local y transformando el sistema alimentario agroindustrial.

Estas etapas planteadas de forma secuencial son viables para el tipo de productor familiar capitalizado. Para el caso de productores con escaso capital, una estrategia más adecuada sería la propuesta por López (2012), que propone una secuencia no lineal para la transición agroecológica; una vez iniciada, se transita cada etapa en función de las necesidades y motivaciones del productor (López y Guzmán, 2014).

En un proyecto de transición agroecológica, la disposición de los productores e investigadores involucrados es clave para su inicio y permanencia en el tiempo. “El proceso de transición agroecológica tendrá sus propias particularidades en cada caso, según el escenario inicial y las situaciones que vayan aconteciendo en su transcurso” (Marasas *et al.*, 2012, p. 40).

Algunas externalidades negativas del sistema de producción convencional que afectan a los productores y pueden incidir en el inicio de este proceso de transición agroecológica son: percepción de la degradación del suelo debido al manejo realizado, problemas con plagas y enfermedades a pesar del control químico, problemas de salud derivados del manejo de agroquímicos, vulnerabilidad en los precios de los productos debido a la dinámica del mercado, aumento en los costos de producción por la compra de insumos externos, endeudamiento, “desvalorización de la producción por vaivenes del mercado que obligan a desechar lo producido” (Marasas *et al.*, 2012).

1.3 Sistemas Agrícolas Campesinos y Sustentabilidad

En la actualidad coexisten dos modelos de producción agrícola en el mundo: el modo de producción campesino o tradicional y el agroindustrial (Toledo, *et al.*, 2001 como se citó en Toledo y Barrera-Bassols, 2008).

Para Toledo y Barrera-Bassols (2008), el modelo de producción campesino tiene su origen desde el inicio de la agricultura en el periodo neolítico. Se caracteriza por la producción en áreas pequeñas, cuyo objetivo primordial es la búsqueda del autoabastecimiento de la unidad familiar utilizando una estrategia de diversificación, la producción se da con base a una racionalidad ecológica mediante el uso de energías sustentables.

La Comisión Económica para América Latina y el Caribe establece que: “Las unidades agrícolas componentes de la economía campesina se distinguen por ser pequeñas explotaciones basadas fundamentalmente en el trabajo familiar con escaso uso de capital, cuyo objetivo es mantener en el tiempo sus condiciones de consumo y producción, lo que realizan mediante un particular criterio optimizador” (CEPAL, 1984, p. 16).

La producción campesina no está dirigida al mercado sino a la reproducción de la unidad familiar. El remanente es vendido al mercado para la adquisición de productos que la familia no produce, por lo que la relación que establece con el mercado es asimétrica, vendiendo su producto a un costo menor y ofertando mano de obra barata.

La importancia de la agricultura campesina radica en dos aportes fundamentales, por un lado, su contribución a la producción de alimentos. De acuerdo con el Grupo ETC (2017), en México, como en el mundo, las familias campesinas producen la mayor parte de los alimentos consumidos con un mínimo de recursos.

En México el 67.8% de las unidades de producción agropecuaria o forestal existentes son iguales o menores a 5 hectáreas. Estas pequeñas unidades producen el 39% de la producción agropecuaria nacional y su producción

cubre poco más del 70% de la producción total de maíz, así como el 60% de la producción total de frijol (INEGI, 2007, citado por Robles, 2016).

Por otro lado, resultado de las prácticas tradicionales que realizan, hacen gran aporte a la conservación y restauración de recursos naturales como el suelo, el agua, y la diversidad biológica contribuyendo a la restitución del equilibrio ecológico de los agroecosistemas; estos beneficios son evidenciados en un uso eficiente de energías sustentables (Toledo y Barrera-Bassols, 2008).

La economía campesina se distingue de la economía natural porque además de la producción de autoconsumo, produce otros bienes que intercambia o vende a la sociedad (Toledo, 2017).

“Los intercambios económicos permiten a los agricultores obtener bienes manufacturados por medio del dinero obtenido por la venta de sus productos (monetarización), y en algunos casos por el simple intercambio de productos (trueque)” (Toledo y Barrera-Bassols, 2008).

Este intercambio económico es desigual, la venta de productos se da generalmente a través del intermediarismo a un precio muy por debajo de su costo real, incluso, el trueque que se realiza en la actualidad es inequitativo para los campesinos. El intercambio por productos manufacturados o alimentos preparados se realiza siempre con base en el precio mínimo del producto del campesino.

De este intercambio económico y ecológico que la producción campesina realiza prevalece el intercambio con la naturaleza, ya que la familia campesina depende más de productos obtenidos de ecosistemas naturales y agroecosistemas que de productos obtenidos del mercado (Toledo, 2017).

El intercambio ecológico predominante en la producción campesina determina el uso de la estrategia de multiuso, la cual se caracteriza por: “Una producción no especializada basada en el principio de diversidad de recursos y prácticas productivas” (Toledo 2017, p. 6).

La milpa es un ejemplo de estrategia multiuso y forma parte de una cultura ancestral campesina. Es un policultivo en el que se encuentran en asociación el

maíz, el frijol y la calabaza, aunque cada región adapta la milpa a sus necesidades alimenticias y culturales (Buylla *et al.*, 2011). La milpa, como muchas otras técnicas de producción campesina, hace un uso eficiente de los recursos naturales y ayuda en su conservación. La asociación entre los diferentes cultivos de la milpa favorece su rendimiento en conjunto y genera resiliencia ante cambios climáticos extremos.

Para Altieri y Toledo (2010), la estrategia multiuso: “Minimiza los riesgos mediante el cultivo de diversas especies y variedades, estabiliza los rendimientos a largo plazo, promueve la diversidad de la dieta y maximiza la rentabilidad de la producción, incluso con bajos niveles de tecnología y recursos limitados” (p. 172).

La estrategia de subsistencia del productor campesino, basado en el principio de la diversidad tanto de recursos como de prácticas productivas, da como resultado la presencia de agroecosistemas complejos con alta diversidad que tienen implicaciones ecológicas al favorecer procesos y servicios ecológicos. La siembra en policultivo favorece el aumento de la productividad y reduce el efecto de arvenses, plagas y enfermedades (Toledo y Barrera-Bassols, 2008). Entonces, la racionalidad ecológica del campesino, además de una estrategia de subsistencia, es el resultado de su relación dependiente con la naturaleza (Toledo, 2017).

La agricultura campesina se ha visto afectada por políticas que subsidian prácticas como el monocultivo y el uso de insumos externos, que rompen la relación del campesino con la naturaleza y establecen una relación de dependencia con el mercado. En esta nueva relación el campesino depende de insumos externos que elevan los costos de producción; la siembra de un solo cultivo afecta su autosuficiencia alimentaria porque depende del intercambio económico para la obtención de alimentos, agravándose cuando el pago por el producto es menos del costo por producirlo: lo que gana no es suficiente para cubrir las necesidades básicas de su familia. Además, el uso de agroquímicos contamina sus recursos naturales y cada vez es necesaria una mayor cantidad en su aplicación manteniendo al campesino en la pobreza debido a la degradación de sus medios de sustento.

La transición del modo de producción campesino al modo agroindustrial inició con la revolución verde, tras intentos de “modernizar” los sistemas agrícolas campesinos, y fue patrocinada por un modelo de producción capitalista que da prioridad a cultivos comerciales con altos rendimientos a corto plazo. En México, la implementación de programas gubernamentales asistencialistas como PROCAMPO (Programa de Apoyos Directos al Campo) aceleraron este proceso desplazando el método tradicional de la milpa. Los apoyos asistencialistas funcionan como un gancho para atraer a productores al consumo masivo de agroquímicos, en beneficio de empresas que los producen bajo criterios de rentabilidad.

Las políticas implementadas no han sido orientadas hacia acciones integrales, las prácticas y tecnologías transferidas no toman en cuenta los impactos ambientales y sociales que conlleva su utilización. Los subsidios en insumos industriales generan dependencia en la agricultura de pequeña escala (FAO, 2003).

Entre las consecuencias de este fenómeno de transición se tiene la emigración de las familias campesinas, presencia de latifundios, desigualdad económica, devastación de culturas, uso insostenible de los recursos que sustentan la agricultura, pérdida de la diversidad por la homogenización genética que, a su vez, altera los procesos ecológicos que rigen el agroecosistema y favorecen la contaminación por el uso de insumos industriales (Toledo y Barrera-Bassols, 2016).

Para Toledo (2017) el proceso de modernización en poblaciones campesinas desplaza su forma de vida sustituyéndola por la especialización en todas sus dimensiones, con orientación exclusiva de la producción al mercado. Este cambio radical en la forma de vida campesina termina resultando en costos económicos, sociales y ambientales que afectan directamente al productor y a la comunidad en general.

Dado que el principal objetivo de la producción campesina es el autoabasto de la unidad familiar, es este el aspecto más afectado por el desplazamiento de la milpa con lo que se pone en peligro la seguridad alimentaria de la familia campesina (Buylla *et al.*, 2011).

Los sistemas agrícolas campesinos basados en la estrategia de usos múltiple, que han sobrevivido al proceso arrasador de modernización agrícola, representan un modelo exitoso de sustentabilidad al preservar la productividad a largo plazo, conservar recursos naturales y promover la biodiversidad. Aunado a ello, promueven servicios y procesos ecológicos que hacen del sistema tradicional campesino un agroecosistema resiliente y eficiente, económica y ambientalmente.

Este rediseño de los sistemas agrícolas campesinos basados en los principios de la agroecología y la soberanía alimentaria, pueden ser la respuesta para la producción de alimentos en el presente sin comprometer las necesidades alimenticias de las futuras generaciones, contribuyendo de esta manera a alcanzar un desarrollo sustentable de acuerdo a lo planteado por Brundtland en 1987 (Vía Campesina, 2011).

1.4. Seguridad y Soberanía alimentaria

El concepto de seguridad alimentaria surge en la década de 1970 bajo los principios de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), el término ha sufrido modificaciones a través del tiempo hasta llegar a la definición actual. De acuerdo a esta institución, la seguridad alimentaria se cumple cuando las personas tienen acceso tanto físico, social y económico a alimentos inocuos y nutritivos en cantidad suficiente que satisfagan sus necesidades y les permita llevar una vida activa y sana en todo momento.

Esta definición de seguridad alimentaria consta de cuatro dimensiones: disponibilidad, acceso, utilización y estabilidad. Para Salazar y Muñoz (2019), la disponibilidad está relacionada a la oferta de alimentos a nivel local o nacional, la cual puede provenir de producciones familiares o intercambios comerciales y ser fortalecida mediante apoyos gubernamentales al campo o importaciones.

El acceso hace referencia a la disponibilidad de recursos con que cuentan las unidades familiares para la adquisición suficiente de alimentos satisfaciendo sus necesidades. Esta dimensión se fortalece mediante intervenciones para mejorar la

rentabilidad de la producción agrícola y la creación de fuentes de empleo, que aumentan sus posibilidades de acceso a una alimentación adecuada.

La utilización, relacionada con la calidad nutricional de los alimentos se incrementa al reforzarse la producción de alimentos saludables, mejorando la calidad de la dieta, reduciendo la obesidad y favoreciendo el acceso a servicios como agua potable. La estabilidad alude a la capacidad de acceso a alimentos nutritivos y en cantidad suficiente en todo momento, que se ve afectada por factores como la vulnerabilidad de los sistemas alimentarios debido a efectos del cambio climático y a fluctuaciones en los precios de bienes alimentarios.

De acuerdo a Martínez (2008) el concepto de seguridad alimentaria considera irrelevante la procedencia de los alimentos y se encuentra alineado a los intereses del modelo de globalización; razón por la cual no tiene impactos significativos en la distribución y el empleo en comunidades rurales. En este contexto Vía Campesina propone el concepto de soberanía alimentaria, llevado a debate público en la Cumbre Mundial de la Alimentación en 1996.

Vía Campesina argumenta que las políticas neoliberales defienden el interés de empresas transnacionales y de las grandes potencias antes que proteger la alimentación de los pueblos, motivo por el que no se han logrado avances en el combate del hambre a nivel mundial. De las consecuencias de estas políticas se pueden señalar la dependencia de los pueblos a importaciones agrícolas, la dependencia a insumos industriales, abandono de prácticas tradicionales, emigración, erosión genética, cultural y medioambiental a nivel planetario (Vía Campesina, 2003).

De acuerdo a Vía Campesina, la soberanía alimentaria puede entenderse como: “El derecho de los pueblos a alimentos sanos y culturalmente adecuados, producidos mediante métodos sostenibles, así como su derecho a definir sus propios sistemas agrícolas y alimentarios” (Vía Campesina, 2011, p. 18).

Este derecho de los pueblos a alimentos sanos, apropiados a su cosmovisión al ser producidos mediante métodos tradicionales sostenibles, es afectado cuando

se implementan políticas públicas que atentan contra sus formas de producción. El ejemplo del cultivo de maíz puede ser un buen referente.

El maíz es un alimento básico en la dieta del mexicano, desde tiempos prehispánicos este cultivo ha dado sustento a los pueblos originarios del continente americano. Su importancia radica no únicamente al ser visto desde la perspectiva alimentaria, también lo es desde el punto de vista social, económico, cultural, ambiental, etc.

Para Damián y Toledo (2016), el maíz forma la base de la Seguridad Alimentaria Familiar (SAF), porque poco más del 80% del maíz que se siembra en territorio mexicano depende única y exclusivamente del agua de lluvia; esta modalidad de siembra tradicionalmente se ha manejado en policultivos conocidos como milpas, donde se registra el cultivo del maíz junto al frijol, calabaza, chile y múltiples arvenses. Como resultado, la estrategia de producción ha asegurado una dieta diversificada en las familias campesinas.

Desafortunadamente, la implementación de prácticas convencionales en sistemas agrícolas campesinos desplaza métodos ancestrales basados en la diversidad, incidiendo negativamente en la seguridad alimentaria de las familias campesinas. El subsidio de paquetes tecnológicos les genera fuerte dependencia a insumos externos, donde la falta de capacitación en su manejo incrementa los riesgos de degradación de sus recursos locales.

Los fertilizantes subsidiados se componen generalmente de nitrógeno y fósforo, macronutrientes vitales en el cultivo de maíz. En el caso del nitrógeno se requieren alrededor de 20 a 25 kg para la obtención de una tonelada de maíz por hectárea, por lo que una aplicación insuficiente o excesiva puede repercutir en problemas de rendimiento en el cultivo (INIFAP-SAGARPA, 2015).

Flores *et al.* (2011) reportó tendencias de bajo rendimiento en la producción de maíz en dos comunidades rurales de la Costa Chica en el estado de Guerrero. Los resultados encontrados indican que la ineficiencia del uso de recursos en el manejo del cultivo ha favorecido un desbalance nutricional. La aplicación superficial

de fertilizante en pendientes pronunciadas posibilita la pérdida por escurrimiento, y la escasa existencia de materia orgánica favorece la lixiviación de nutrientes, aunado a la acidez del suelo que limita el flujo de nutrientes afectando directamente el rendimiento. La ausencia de potasio en los paquetes de fertilizantes subsidiados favorece este desequilibrio de nutrientes.

Damián *et al.* (2013) desarrollaron el método productor-innovador (MP-I) para mejorar el manejo del maíz de temporal y con ello la SAF de las unidades familiares, en Cohetzala, Puebla. Los resultados mostraron que solo un 15% de las unidades familiares analizadas tiene seguridad alimentaria; prevalecen las tecnologías progresivas o tradicionales las cuales tienen una relación directa con el rendimiento de los cultivos, por lo que la transferencia del patrón tecnológico de los agricultores con altos rendimientos podría significar un aumento en el rendimiento y la SAF de los demás productores.

El Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Agropecuarias (INIFAP) realizó en el año 2007 paquetes tecnológicos para doce estados de la República donde se cultiva maíz en la modalidad de temporal, incluyendo recomendaciones para optimizar el uso de insumos y recursos naturales disponibles dependiendo del potencial productivo donde se ubica la producción de maíz. La recomendación de este organismo para mejorar la productividad y competitividad en la producción de este cereal, es ubicarlo en zonas con condiciones agroclimáticas óptimas que permitan expresar de manera natural el potencial productivo de maíces híbridos y variedades.

Esta última recomendación es difícil de seguir cuando las parcelas de los campesinos cuentan con pendientes pronunciadas y bajo potencial productivo. Por lo que se favorece el impulso de esquemas de trabajo alternativos en el medio rural, vinculados a la producción alimentaria desde el sector social. Así, el concepto de soberanía alimentaria planteado por Vía Campesina hace alusión al desarrollo de un modelo de producción campesina sustentable, en el que se aplica el enfoque agroecológico en combinación con métodos campesinos tradicionales.

1.5. Organización Campesina como Estrategia para la Transmisión de Saberes Agroecológicos y la Conservación e Intercambio de Semillas Nativas

La organización campesina en México tiene como primer antecedente a la revolución mexicana, donde la repartición de tierras fue uno de los aspectos iniciales que impulsaron el movimiento campesino y la organización formal.

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (1994) define a la organización campesina como una agrupación de base que puede ser formal o informal, la cual se caracteriza por intereses comunes entre sus integrantes. Su importancia radica en que es un medio factible por el cual grupos en desventaja como los campesinos pueden obtener beneficios como créditos, capacitación etc., que de otra manera sería inasequible para ellos.

Estos beneficios, en el contexto de transición de la agricultura tradicional a la producción convencional se limitan a la solicitud de insumos como fertilizantes, agroquímicos y semilla híbrida subvencionados por el gobierno. A esta función ha sido relegada la organización campesina en su larga historia en México, siempre influenciada por la manipulación política.

En el contexto de la agroecología, en la transición de sistemas agrícolas campesinos hacia sistemas agroecológicos, existen casos de éxito de organizaciones campesinas. Estas organizaciones luchan por la defensa de semillas nativas y criollas, concretar la soberanía alimentaria, así como la restauración y conservación de los recursos naturales. Ejemplos de ello son: CEDICAM en la mixteca alta de Oaxaca, Grupo Vicente Guerrero en Tlaxcala y VIDA, A.C. en Veracruz.

La organización campesina es un elemento clave para promover la transición hacia sistemas agroecológicos y asegurar su continuidad en el tiempo, porque favorece la aplicación de tecnologías agroecológicas adaptables a las necesidades específicas de cada lugar, toma en cuenta la participación de los agricultores en un proceso de carácter horizontal, así como también facilita la comunicación y la

relación con dependencias necesarias para el mantenimiento de la organización y su conservación (Ortega, 2009; Vía Campesina, 2011).

La organización campesina es entonces un espacio confiable donde puede darse, a raíz del dialogo de saberes, la fusión del conocimiento tradicional local y el científico, generándose como resultado un renovado enfoque que proporcione soluciones integrales a diversos problemas campesinos.

Lazos (2011, p. 66.67), argumenta que las organizaciones rurales pueden funcionar como una estrategia para la transmisión de saberes agroecológicos. “si los saberes y la agrobiodiversidad se socializan en las familias y comunidades, las organizaciones rurales podrían ser nuevas arenas de lucha por una soberanía alimentaria basada en conocimientos y saberes colectivos alrededor de la diversidad agrícola”.

La diversidad de las semillas nativas y criollas está directamente relacionada con la estrategia de usos múltiples de la agricultura campesina que asegura autosuficiencia alimentaria de las familias campesinas. Las prácticas tradicionales y semillas locales forman parte de su cultura, la cual es imprescindible conservar para alcanzar la sustentabilidad en la agricultura; tal sustentabilidad puede lograrse dentro de una organización social que conserve los recursos naturales y establezca una relación armoniosa con su ambiente (Altieri, 1999).

La importancia de la conservación de las semillas locales se encuentra en función de su aportación a la soberanía alimentaria. Las semillas nativas han pasado por un largo proceso de selección y adaptación al lugar donde son cultivadas; han evolucionado junto a agroecosistemas y a la cultura de las comunidades razón por la cual son más aptas para la producción, sin altos costos, por su resistencia a plagas y enfermedades, así como su tolerancia a las condiciones climáticas que las vuelven más idóneas (Grupo Semillas, 2018). Las organizaciones campesinas pueden ser clave para promover el intercambio y conservación de semillas locales.

Entre las estrategias comunitarias de conservación y difusión de semillas nativas se encuentra el trueque, acción que permite a la unidad de producción familiar obtener bienes alimenticios y granos que no se han producido en la parcela. Las casas comunitarias de semillas son: “Espacios familiares y comunitarios de agricultores organizados para la recuperación, conservación, investigación, intercambio, distribución y comercialización de semillas nativas y criollas” (Grupo semillas, 2018), son además, espacios de capacitación sobre selección y manejo de granos. Otras estrategias de difusión son las ferias de semillas y mercados locales.

Entre las funciones que realizan las organizaciones campesinas que trabajan en la conservación de semillas nativas mexicanas, en sistemas agroecológicos y que interesan en este trabajo, son: “La selección, producción y reproducción de semillas nativas de la milpa, actividades para la preservación de los conocimientos tradicionales, saberes y culturas asociadas a la milpa y preservación de suelos y adopción de técnicas agroecológicas” (Buylla *et al.*, 2011, p. 7), así como la conservación y difusión de semillas nativas y criollas.

Desde esta perspectiva se plantea la relevancia de fomentar la organización campesina en Cuanacaxtitlán, que permita a productores acceder a la producción sustentable de alimentos, asegurando su autosuficiencia alimentaria así como la conservación de semillas locales y el impulso de la agroecología.

El punto de partida es que la modernización de la agricultura en las comunidades rurales desplaza métodos tradicionales de producción centrados en la diversificación. La siembra en monocultivo, el uso de agroquímicos y el empleo de semillas híbridas son técnicas convencionales que tienen profundos impactos negativos. Por un lado impactan en la erosión de la diversidad genética y por lo tanto en la autosuficiencia de las familias campesinas. Por otra parte, la introducción de insumos costosos eleva los presupuestos en la producción, sin mencionar los costos ambientales. De esta manera se termina afectando la rentabilidad y sustentabilidad de los sistemas agrícolas campesinos existentes en las zonas rurales, lo cual deriva en pobreza y migración campesina.

En este contexto es de suma importancia la conservación de la diversidad genética local, así como el rescate y difusión de saberes tradicionales agroecológicos. Para ello la organización campesina puede funcionar como espacio donde los productores compartan conocimientos, aprendan nuevas técnicas e innovaciones agroecológicas, conserven las semillas locales y, desde ese espacio, impulsen el avance de la agroecología con miras a lograr una producción agrícola sustentable.

Capítulo II. Metodología

2.1. Enfoque de la investigación

Para la implementación de la propuesta se aplicó un enfoque metodológico mixto (cualitativo-cuantitativo) con predominancia de la investigación cualitativa. El enfoque mixto es un proceso que maneja tanto datos cualitativos como cuantitativos en una misma investigación, para lograr una mejor comprensión del problema (Hernández *et al.*, 2014), permite obtener una visión más amplia del problema planteado. Se justifica la utilización de este enfoque dada la naturaleza compleja del problema planteado.

Para Hernández *et al.* (2014) el uso de métodos mixtos es apropiado cuando: “Se agrega valor al estudio en comparación con utilizar un único enfoque” (p. 536). Con la combinación de las metodologías cualitativa y cuantitativa, también se busca generar procesos de concienciación, intercambio de conocimientos y creación de capacidades.

Desde la metodología cualitativa se intenta comprender el mundo social a partir de la observación, se obtienen datos descriptivos con base en las cualidades de los seres humanos reconociéndolos como productores de conocimiento (Quecedo y Castaño, 2002; Diplomas UCC, 2014). Por otro lado, la metodología de la investigación cuantitativa se basa en la medición de datos empíricos: “Utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin establecer pautas de comportamiento y probar teorías” (Hernández *et al.*, 2014, p. 4).

En específico y como marco operacional, se retoma la propuesta de procesos participativos para la transición agroecológica de López y Guzmán (2014). En el contexto de la transición agroecológica, la investigación participativa es un proceso de acción colectiva que busca dar solución a problemas de los productores mediante el uso de conocimientos locales y científicos, así como de los recursos y condiciones favorables del contexto rural (Guzmán y Alonso, 2007).

Para Oliveira y Waldenez (2010) la investigación acción es: “Un proceso metodológico donde se busca, por medio del diálogo, percibir los problemas concretos de una realidad social, actuar conjuntamente con las personas que viven esos problemas en su cotidiano y buscar la transformación social a través de una mayor concientización de los actores involucrados” (p. 9). Para la agroecología, la investigación acción participativa es fundamental para promover y asegurar la transición agroecológica al dar relevancia a la participación de los productores.

La propuesta de investigación acción participativa hecha por López y Guzmán (2014) para el proceso de transición agroecológica, consta de cinco fases: 1) Preliminar, 2) Diagnóstico y planificación participativa, 3) Investigación, 4) Acción y 5) Evaluación y reajuste.

2.2. Descripción del proceso metodológico

A continuación, se describen las tres fases del proceso metodológico de este proyecto, basado en la propuesta de López y Guzmán (2014).

Fase I Preliminar: consistió en la identificación de las potencialidades para la transición agroecológica y la presentación del proyecto a los 23 productores, dedicados principalmente a la producción de maíz. Este grupo productivo se ha mostrado preocupado por la problemática planteada, pero también manifiestan amplia disposición y motivación para trabajar por una propuesta de solución.

Para el cumplimiento de esta etapa se utilizó información procedente de fuentes secundarias y se complementó con la observación participante. La observación participante “es científica y sistemática...tiene como objetivo el conocer los significados y sentidos desde y para el propio grupo” (Katayama, 2014, p. 89).

Fase II Diagnóstico y Planificación participativa: Esta fase consistió en la evaluación de la sustentabilidad de los sistemas campesinos de producción de maíz en Cuanacaxtlán, realizada con base en el Marco para la Evaluación de sistemas de Manejo Incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS) propuesto por Masera *et al.* (1999).

La metodología MESMIS comprende los siguientes seis pasos para la evaluación de la sustentabilidad:

1. **Determinación del objeto de la evaluación.** En este primer paso se caracterizó a los 23 sistemas agrícolas que serían evaluados, su contexto socioambiental, los flujos internos y externos que los afectan, así como sus componentes y las interacciones entre estos. Se identificaron 10 sistemas de producción de maíz con predominancia de manejo tradicional, los cuales llamaremos Sistemas de Manejo Tradicional (SMT) y 13 con dominancia de manejo convencional, los cuales denominaremos como Sistemas de Manejo Convencional (SMC), estos sistemas fueron clasificados de acuerdo al tipo de semilla utilizada, mano de obra, objetivo de la producción y tecnología empleada en el proceso productivo. Posteriormente se estableció el SMT como el sistema de manejo de referencia y el SMC como el alternativo.
2. **Determinación de los puntos críticos.** Este paso consistió en identificar los puntos débiles y fuertes del sistema de manejo que puedan tener una incidencia en la sustentabilidad de los mismos. La determinación de los puntos críticos se llevó a cabo en conjunto con los productores en un taller participativo “Problemáticas presentadas en la producción de maíz” en el que se analizaron además de las debilidades y amenazas, las fortalezas y oportunidades observadas por los productores en el cultivo de maíz. Estos puntos críticos se establecieron en relación a las propiedades de la sustentabilidad.
3. **Selección de indicadores.** Para el establecimiento de indicadores se evaluó la información recabada en el paso 2, se determinaron los criterios de diagnóstico e indicadores en relación a las propiedades de la sustentabilidad y la dimensión ya sea social, económica o ambiental.

El cuadro 1 muestra los criterios de diagnóstico y los indicadores establecidos a partir de la identificación de los puntos críticos de los dos sistemas de producción de maíz.

Rendimiento. El rendimiento es un indicador económico que muestra el número de toneladas de maíz que el productor puede obtener por hectárea. Este dato se obtuvo del cuestionario al preguntar al productor cuanto sembró en el 2020 y cuál fue su producción total, los datos se obtuvieron en litros y bultos por lo que se realizó la conversión necesaria. Para el valor óptimo del rendimiento se retomó el esperado en suelos con bajo potencial productivo calculado por el INIFAP (2007), para maíz de temporal en Guerrero.

Relación beneficio/costo. La relación beneficio/costo es un indicador económico que compara los beneficios y costos en este caso de la producción de maíz. Si la relación B/C es mayor que 1 significa que los beneficios son mayores a los costos por lo que la producción es rentable, si la relación B/C es igual que 1 significa que no hay ganancias pues los costos igualan a los beneficios, y si la relación B/C es menor a 1 indica que no hay beneficios por lo tanto no es rentable. Se tomó como óptimo el valor máximo obtenido según Masera y López (2005).

Empleo de plaguicidas. Mide el uso de herbicidas y plaguicidas, cuanto mayor sea el uso de estos insumos menos sustentable será la producción de maíz. El porcentaje del uso de plaguicidas se encuentra en función de los valores otorgados, donde cero corresponde al uso exclusivo de plaguicidas por lo que su valor es 0%, el 1 hace referencia al uso mixto de insumos de síntesis industrial y prácticas agroecológicas su valor es 50%, y el 2 que corresponde al no uso de plaguicidas 100%.

Plagas y enfermedades. Señala la existencia de plagas y enfermedades en los sistemas analizados de producción de maíz. A la existencia de plagas y enfermedades se le otorgó un valor de 0%, el 100% correspondió a la nula presencia de plagas y enfermedades.

Uso de variedades de maíz. Este indicador ambiental mide el uso de variedades de maíz; el valor óptimo que se persigue es el uso 100% de semillas criollas.

Cuadro 1. Criterios de diagnóstico e indicadores seleccionados

Atributo	Criterios de diagnóstico	de Indicadores	Método de medición	Áreas de evaluación	
Productividad		Rendimiento	Toneladas/hectáreas/año	Económico	
	Eficiencia	Relación beneficio/costo	Ingreso total/Costo total	Económico	
Estabilidad, resiliencia y confiabilidad		Empleo de plaguicidas	encuesta al productor (a)	Ambiental	
		Empleo de fertilizantes	encuesta al productor (a)	Ambiental	
	Factores de impacto ambiental	de	Incidencia de plagas y enfermedades	encuesta al productor/ visita a la parcela	Ambiental
			Uso de variedades de maíz	encuesta al productor (a)	Ambiental
	Diversidad		Diversidad espacial	encuesta al productor (a)	Ambiental
			Diversidad Temporal	encuesta al productor (a)	Ambiental
	Diversidad económica		Ingreso por otros cultivos	encuesta al productor (a)	Económico
	Canales de comercialización		Comercialización	encuesta al productor (a)	Económico
Adaptabilidad	Fortalecimiento de capital humano	Talleres o capacitaciones	encuesta al productor (a)	Social	
	Conciencia ambiental	Nivel de conciencia ambiental	encuesta al productor (a)	Ambiental	
Equidad	Generación de empleo	Número de jornales asalariados	análisis a partir de los CP	Social	
			encuesta al productor (a)	Económico	
Autodependencia (autogestión)	Autosuficiencia	Acceso a créditos		Social	
	Participación	Organización formal o informal	encuesta al productor (a)	Social	
	satisfacción de la agricultura	Grado de satisfacción del agricultor	encuesta al productor (a)	Social	
	Seguridad alimentaria	Índice de Seguridad Alimentaria Familiar	((R) (SS)/NMF)/500	Social	

Fuente: Elaborado con base en Masera y López (2005).

Grado de diversidad de especies agrícolas. Cuantifica el número de cultivos asociados. Tomando en cuenta el promedio de especies asociadas en los distintos sistemas analizados, se optó por un valor óptimo de 3 o más cultivos que correspondería al 100% tomando como referente a Maserá y López (2005), quienes establecieron un valor óptimo de 3 o más cultivos en la región Purépecha del estado de Michoacán, lugar donde debe haber al menos tres especies diferentes y al menos una de ellas corresponde a leguminosas.

Diversidad Temporal. Este indicador señala si en la parcela el productor hace o no rotación de cultivos, lo ideal sería que el productor tuviera un plan de manejo de rotación de cultivos.

Ingreso por otros cultivos. Calcula el porcentaje de ingreso por otros cultivos diferentes al maíz. Para establecer el valor óptimo se tomaron en cuenta los ingresos obtenidos por otras especies en los sistemas analizados, tomando como referente a Maserá y López (2005) quienes establecieron un valor óptimo del 30% de ingreso por especies diferentes en el cultivo de café en Los Altos del estado de Chiapas. En este caso el valor óptimo fue el 30% de ingreso por especies diferentes al maíz.

Canales de comercialización. Este indicador económico mide el número de canales de comercialización a que los productores tienen acceso. El valor óptimo que corresponde al 100%, es de 3 o más canales de comercialización, 2 canales al 66% y 1 al 33%.

Talleres o capacitaciones. Este indicador mide el número de talleres o capacitaciones en los que han participado los productores. El valor óptimo de 100% correspondería a la participación en 3 o más talleres o capacitaciones.

Nivel de conciencia ambiental. El nivel de conciencia ambiental que poseen los productores se midió en función de los aspectos que, reconocieron, guardan relación con el deterioro ambiental (Tamayo *et al.* 2020) y las prácticas que realizan en la producción de maíz. El valor establecido como óptimo fue de 4 aspectos o más.

Número de jornales asalariados. Este indicador social calcula el porcentaje de mano de obra contratada en la producción de maíz, el cual representa la demanda de fuerza de trabajo generada en los sistemas analizados. Como valor óptimo se tomó la máxima contratación de jornales (Brunett, 2004).

Acceso a créditos. Representa el número de productores que accedieron a créditos de bancos o prestamistas para cubrir los costos totales o parciales de la producción de maíz. El valor óptimo es la no utilización de préstamos 100%

Organización formal o informal. Lo ideal en este caso es la pertenencia del productor a una organización, que puede ser formal o informal, para la obtención de beneficios en la producción de maíz.

Grado de satisfacción del agricultor. Para la medición de este indicador se establecieron los siguientes valores: 1 es igual a insatisfecho (0%), 2 a medianamente satisfecho (50%) y 3 Satisfecho (100%).

Índice de Seguridad Alimentaria Familiar (ISAF). Para el cálculo del Índice de Seguridad Alimentaria Familiar se empleó la fórmula propuesta por Damián y Toledo (2016), donde ISAF es igual al Rendimiento (R) por Superficie Sembrada (SS) entre el Número de Miembros Familiares (NMF) y entre 500 kilogramos de maíz, cantidad consumida por cada integrante familiar al año.

La disponibilidad de 500 kg de maíz al año por persona representa la seguridad alimentaria si se considera que una persona consume 182.5 kg, el resto puede ser utilizado para cubrir otras necesidades de alimento. Si el valor de ISAF es menor que uno no existe seguridad alimentaria, si es igual o mayor que uno sí existe seguridad alimentaria.

4. Medición y monitoreo de los indicadores. Una vez establecidos los indicadores estratégicos a medir, se diseñó un cuestionario semi estructurado para la obtención de información acerca del manejo del cultivo de maíz, producción, costos totales, comercialización, organización y conciencia ambiental. A continuación, se procedió al trabajo conjunto con los 23 productores, el día 17 de febrero de 2021 se realizaron recorridos por las

parcelas más cercanas y se rellenó el cuestionario; la información proporcionada por los productores se procesó mediante el paquete Excel. Al finalizar la actividad se entregó a los productores material impreso de la organización campesina “Grupo Vicente Guerrero”, sobre temas referentes al manejo de semillas criollas, manejo y control de plagas, fertilidad del suelo, leguminosas y abonos verdes, estos manuales están diseñados en lenguaje sencillo dirigidos especialmente a los productores.

5. **Presentación e integración de resultados.** Para la integración de los resultados obtenidos en cada indicador se elaboró un gráfico de tipo radial (conocido también como “telaraña” o “amiba”), este permite identificar a simple vista los aspectos más críticos de ambos agroecosistemas y aquellos que necesitan ser fortalecidos.

En este paso se realizó el análisis comparativo de la sustentabilidad de los sistemas de manejo evaluados. Los resultados fueron presentados a los productores en un taller donde se establecieron acciones para mejorar la sustentabilidad en la producción de maíz. Las actividades se realizaron el día 05 de abril de 2021, a las 4:00 pm, con presencia de 13 productores.

6. **Conclusiones y recomendaciones.** Como último paso, con base en la evaluación obtenida de los indicadores se elaboró junto con los productores un Plan de Acción Integral y Sostenible (PAIS); este plan contiene las acciones que los productores consideraron prioritarias y en las que están dispuestos a involucrarse. Las acciones contempladas en el plan de trabajo están ligadas a las diferentes etapas de la transición agroecológica; por lo que de acuerdo con López (2012) se propone una secuencia no lineal en la transición, la cual se va dando de acuerdo a necesidades y motivaciones del productor.

Las técnicas utilizadas en esta etapa fueron el análisis FODA, la aplicación de cuestionarios semi estructurados, observación participante, así como visitas a parcelas de los productores y transectos. La caminata y diagrama de corte o transecto, fue útil para proporcionar información de base para el diseño del PAIS al

identificarse el estado de los recursos y dar la pauta para la discusión de alternativas.

Fase III Acción: Esta etapa consistió en la implementación del PAIS. Para el cumplimiento de esta etapa se desarrollaron seis talleres formativos; los temas principales fueron: rescate y mejoramiento del maíz criollo, zanjas a nivel, elaboración de bocashi, foliares a base de gallinaza y abono de hormiga, insecticidas naturales y lombricultura. Estos temas fueron vistos con los productores en talleres de intercambio de saberes basados en la técnica de campesino a campesino, la cual es: “Una forma participativa de promoción y mejoramiento de los sistemas productivos campesinos, partiendo del principio de que la participación y el empoderamiento son elementos intrínsecos en el desarrollo sostenible, que se centra en la iniciativa propia y el protagonismo de campesinas y campesinos” (Programa de Intercambio, Dialogo y Asesoría en Agricultura Sostenible y Seguridad Alimentaria [PIDAASSA], 2006).

2.3. Implementación de la Propuesta

Fase I: Preliminar

En esta primera fase del proyecto se concertó una cita con el comisario municipal, Sr. José Luis Nava Bautista, con el que se conversó sobre el proyecto; posteriormente se procedió a contactar a productores con los que ya se había trabajado anteriormente y habían mostrado interés en la búsqueda de alternativas para la producción de maíz. El hecho de pertenecer a la comunidad fue un factor positivo en cuanto al conocimiento de la problemática en la producción.

El 16 de febrero de 2020 se realizó la primera reunión con productores, se platicó sobre los objetivos del proyecto y los alcances que podían tener, también se realizó un primer análisis FODA sobre la producción de maíz. El desarrollo del proyecto se retrasó debido a las restricciones sociales propiciadas por la pandemia covid 19, surgida en marzo de ese mismo año en México.

2.3.1. Identificación de las Potencialidades para la Transición Agroecológica

La comunidad mixteca de Cuanacaxtitlán se localiza en el municipio de San Luis Acatlán, región de la Costa Chica, Guerrero, a 13 km. de la cabecera municipal hacia el oriente; con latitud norte $16^{\circ} 79'$, longitud oeste $-98^{\circ} 63'$, a 468 msnm (Cuanacaxtitlán-Guerrero, s.f.) (Ver figura 1).

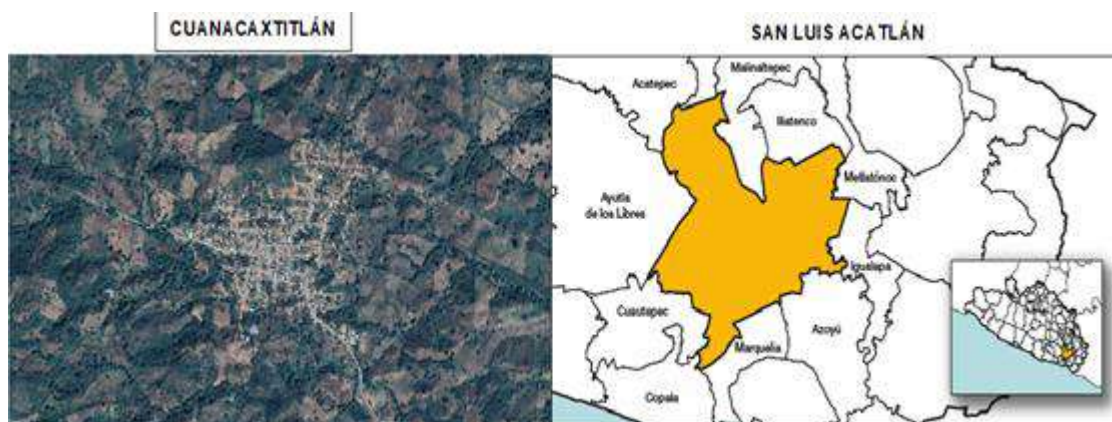


Figura 1. Localización del lugar de estudio. Fuente: Google Earth-INEGI.

Cuanacaxtitlán proviene del náhuatl quiere decir, “lugar de la parota”: Cuanacastle o Huanacastle- parota o árbol de oreja/tlán- lugar (Sirenio, 2011). Cuenta con una población total de 3,494 habitantes de los cuales 1,694 son hombres y 1,800 son mujeres (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], 2020). El 69% son hablantes de la lengua Tu· un Savi, la cual constituye parte de una macrolengua hablada por los miembros del pueblo Ñuu Savi (Sirenio, 2011).

El municipio de San Luis Acatlán, al cual pertenece la localidad de Cuanacaxtitlán, fue clasificado por el Consejo Nacional de Población en el año 2015 como un municipio con grado muy alto de marginación (CONAPO, 2016).

En el año 2015, el 88.9% de la población del municipio de San Luis Acatlán se encontraba en pobreza, según datos del Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social, de los cuales el 51.8% se encontraba en pobreza extrema y 37.2% en pobreza moderada (CONEVAL, s.f.).

Hidrografía. El sistema fluvial de Cuanacaxtitlán pertenece a la región hidrológica Costa Chica-Rio Verde y cuenta con tres corrientes de agua

permanentes: el Chilillo que tiene su nacimiento en el cerro Chuparroza, el Cucuyachi proveniente del cerro Mina de plomo, que se une al caudal permanente del velero que baja del cerro Chaguemaña.

Clima. El clima de la región corresponde a cálido subhúmedo con lluvias en verano de mayor humedad presentando una precipitación media anual que va de 1 000 a 2000 mm y un rango de temperatura media anual que varía de 20 a 28°C (INEGI, 2009).

Usos del Suelo y Vegetación. Los tipos de suelo que existen en esta región se clasifican como feozems, cambisol, luvisol. Los principales usos del suelo son agricultura y zona urbana (INEGI, 2009).

La vegetación predominante es de bosque subtropical caducifolio, en el que predominan pastizales, robles, caoba, cedro, tlachicón, parota, bocote, otates, carrizos, hormiguillo, cacahuanaches, guajes, tehuaje, cubato, tonaloco, cuachalalate, quina, árnica, maría y árboles frutales como ilama, nanche, cocotero, mango, tamarindo, papaya, cacao (González, 2010).

Los principales usos que se da a los diversos tipos de vegetación son: leña, utilizada por las cocinas de hogares de la comunidad, postes para cercas de los terrenos, vigas y barrotes para los techos de las viviendas, extracción de resinas y deshidratación de hojas y cáscaras para medicinas, alimentación de ganado y los frutales para consumo humano (González, 2010).

Actividades Económicas. Las actividades económicas más importantes de Cuanacaxtitlán son propias del sector primario. La agricultura es de autoconsumo, y la ganadería está orientada básicamente a la cría del ganado vacuno. También se registra la cría de aves de corral como gallinas, guajolotes y patos, así como también la cría de cerdos y chivos.

Agricultura. Los cultivos de mayor importancia son el maíz, frijol y calabaza. La producción agrícola se da mayormente bajo el régimen de temporal mediante la tradicional Rosa Tumba y Quema (RTQ), con el uso de herramientas rústicas.

Los campesinos de esta comunidad siembran 1.7 hectáreas de maíz criollo, con un rendimiento promedio de 1.5 toneladas por hectárea. Aunque la producción es de autoconsumo, la venta de excedentes es importante para la adquisición de otros recursos. Por otra parte, de acuerdo a la percepción de los productores, el rendimiento en el cultivo de maíz criollo ha bajado en comparación con años anteriores.

A partir del 2007, y a raíz de la expulsión del maíz criollo del mercado regional, la imposibilidad de vender los excedentes, así como la pérdida de rendimiento percibida y las debilidades del maíz criollo como el alto acame, facilitó la introducción de maíz híbrido como P4082w, P3966w y P4028w. Con el paso del tiempo el maíz híbrido ha pasado a formar parte de la dieta alimentaria de las familias que lo producen, pues muchos han dejado de producir maíz criollo.

La siembra en monocultivo del maíz híbrido ha propiciado el abandono de prácticas tradicionales como la milpa (asociación maíz-frijol o maíz-calabaza), así como el manejo inadecuado y sobreutilización de agroquímicos. Actualmente el cultivo de maíz híbrido ha aumentado debido a los altos rendimientos que se pueden obtener. La siembra de este maíz condiciona prácticas convencionales como el monocultivo, el uso de agrotóxicos y la compra de semilla mejorada.

Debido a este creciente aumento en la dependencia de insumos industriales, los costos de inversión para el cultivo de maíz son elevados. De acuerdo a un estudio realizado en 2017 por el ingeniero Melquiades Margarito Francisco, seis de cada 10 productores solicitan préstamos para la compra de semilla híbrida, plaguicidas, herbicidas y fertilizantes.

De acuerdo a Marasas *et al.* (2012), el aumento en los costos de producción por el uso de insumos externos, las afectaciones por plagas a pesar del control químico y la pérdida de valor del maíz criollo en el mercado, son factores que afectan a productores y pueden ser decisivos en el inicio del proceso de transición agroecológica. También la diversidad en la cría de animales domésticos favorece la obtención de materia prima para la elaboración de abono orgánico y foliares.

Capítulo III. Resultados y Discusión

Fase II: Diagnóstico

La segunda fase del proyecto se inició con la evaluación de la sustentabilidad de los dos agroecosistemas de maíz identificados en Cuanacaxtitlán, con base en el Marco para la Evaluación de sistemas de Manejo Incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS) propuesto por Masera *et al.* (1999).

A continuación se presentan los resultados de la evaluación de acuerdo a los seis pasos de la metodología MESMIS.

3.1. Sistemas de Manejo Campesino de Producción de Maíz en Cuanacaxtitlán, Guerrero

Este estudio se centra en el subsistema agrícola, específicamente en la producción de maíz. Se analizaron 23 sistemas de manejo mixto, los cuales fueron clasificados de acuerdo al tipo de semilla utilizada, mano de obra empleada, objetivo de la producción y tecnología empleada en el proceso productivo. En 10 agroecosistemas predominó el manejo tradicional y en 13 el manejo convencional, este último es el predominante en la comunidad.

Los sistemas de manejo tradicional se identifican por la siembra de distintas variedades de semillas locales, su eje central se basa en la fuerza laboral familiar. Mientras los sistemas donde domina el manejo convencional utilizan semillas híbridas, fuerte demanda de mano de obra contratada donde, además del autoabasto, se busca la producción de excedentes.

3.1.1. Sistema de Manejo Tradicional (SMT)

En Cuanacaxtitlán, los sistemas de producción de maíz donde predomina el manejo tradicional se caracterizan por la siembra de variedades locales como el olotillo, maízon, toro, sapo o morado; se trabaja en la modalidad de temporal donde

el maíz es asociado a distintos cultivos como el frijol, calabaza, jícama y jitomate criollo.

Los productores siembran en promedio 5.1 litros de maíz que corresponde a 1.7 hectáreas con un rendimiento medio de 1.5 toneladas por hectárea, obtenidas regularmente en terrenos con pendientes que van de ligeras a pronunciadas. Los meses de cultivo son de junio a enero, mientras los que son propietarios de tierra consideran periodos de descanso de cinco meses.

La preparación del terreno consiste en la tradicional roza, tumba y quema, se chaponan las arvenses, se cortan los retoños, se amontonan y queman. La siembra se realiza entre los meses de mayo y junio con semillas seleccionadas del ciclo anterior.

La siembra del maíz se lleva a cabo en la mañana, para ello el agricultor amarra a su cintura un teconte o morral donde coloca las semillas y con ayuda de una herramienta denominada “espeque” hace un hoyo de aproximadamente cuatro centímetros de profundidad; casi al mismo tiempo coloca de tres a cuatro granos que cubre con tierra y presiona con la planta del pie, esta actividad la realiza en surcos con un ancho de 1 metro y con una distancia de 50 centímetros entre planta y planta.

Después de la siembra, la planta se fertiliza dos veces aplicando fosfato diamónico (granulado) cuando tiene de 10 a 15 días, posteriormente se aplica sulfato de amonio (blanco) a los 40 a 60 días, antes o al comenzar el espigado. En promedio se aplican 45kg de nitrógeno y 20kg de fosforo; las dosis de aplicación varían de acuerdo a cada productor y las unidades de medidas mayor utilizadas son por puño y cuchara para aplicar el fertilizante directamente, sea al pie de la planta o enterrado a un lado.

El maíz criollo es considerado por los productores como resistente al gusano cogollero, aun así, algunos productores aplican productos comerciales como el Foley para el control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) y el insumo Arrivo en la babosa del frijol (*Sarasinula plebeia*).

El control de arvenses se realiza de manera manual en combinación con productos de síntesis industrial como Secafin, Defensa, Gramoxone, Lumbrecuat y Coloso. El combate de malezas se realiza de una a dos veces dependiendo de su abundancia. En una hectárea se aplican en promedio 6 litros de herbicidas.

Cuando las plantas de maíz empiezan a secarse se realiza el doblado, el fin es acelerar el secado de la mazorca y evitar penetre la humedad en el maíz. Posteriormente se realiza la pisca, actividad que consiste en desprender la mazorca de la planta, lo cual requiere mucha mano de obra. A continuación, se lleva a cabo el desgranado y seguidamente el transporte del maíz a casa del productor utilizando camionetas o animales de carga, según sea el caso. Algunos productores acarrear la mazorca y realizan el desgranado de manera manual aprovechando el totomoxtle para la elaboración de alimentos como tamales y mixiotes, también lo guardan para la alimentación animal en los meses siguientes cuando escasea la pastura, el olote o raquis del maíz es utilizado como combustible en la preparación de alimentos.

La familia está formada en promedio de cuatro miembros que realizan por lo general todas las actividades del proceso productivo, a excepción de la cosecha, cuando la mano de obra disponible es insuficiente y se hace necesario la contratación de jornales.

El objetivo principal que persigue la producción tradicional es la autosuficiencia en maíz, frijol y calabaza que complementan con la cría de aves de traspatio como gallinas, guajolotes y patos. Cuando hay excedentes en la producción, estos son principalmente intercambiados por productos alimenticios o vendidos en el mercado local.

Estos sistemas se distinguen por sus características cercas vivas de árboles nativos, frutales o maderable, como mulato (*Bursera simaruba*), ciruelo (*Spondias purpurea*), cuartololote (*Andira inermis*), pipe (*Erythrina coralloides*), carnizuelo (*Acacia cornigera*), etc. *Erythrina coralloides*, perteneciente a la familia Fabaceae se encuentra incluida en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 en la categoría de amenazada.

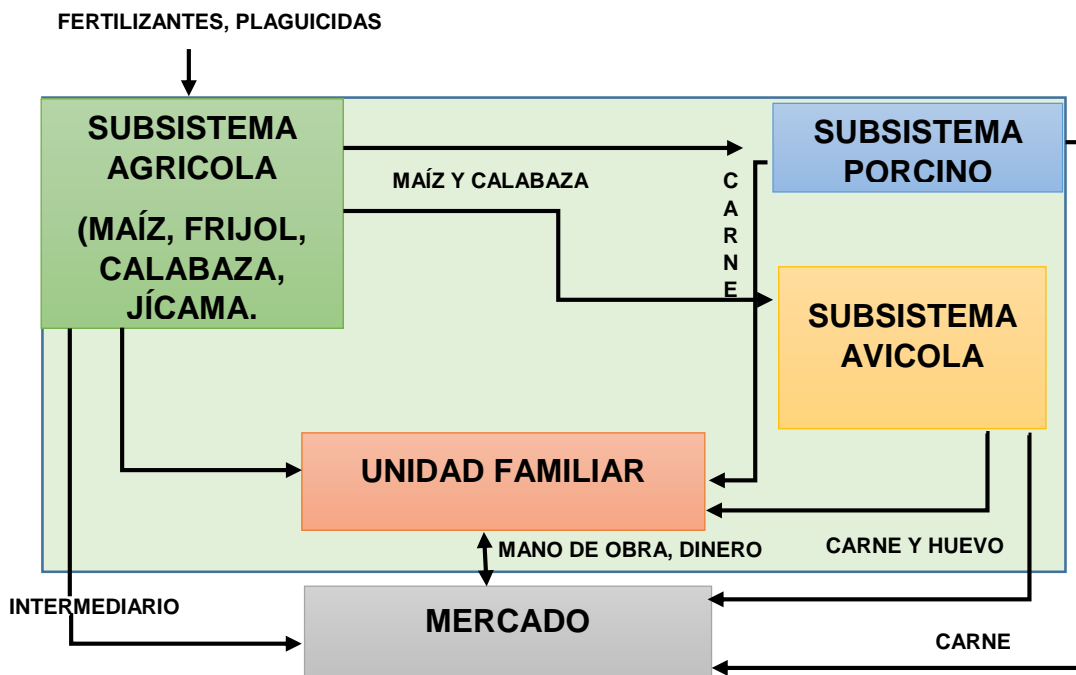


Figura 2. Sistema con predominancia de manejo tradicional de maíz en Cuanacaxtitlán, Guerrero, 2021.

3.1.2. Sistema de manejo convencional (SMC)

Los sistemas de producción de maíz donde predomina el manejo convencional, se caracterizan por la siembra del maíz híbrido de la marca Pioneer como P4082W, P3966W y P4028W; la siembra se realiza en la modalidad de temporal, asociada a un cultivo secundario.

El objetivo de la producción es el autoabasto en maíz para la alimentación, tanto humana como animal, así también se trabaja para la venta de los excedentes del grano. La venta se da a través de Seguridad Alimentaria Mexicana (SEGALMEX) que ofrece el mejor precio por tonelada; el maíz que no cumple los requerimientos de calidad que exige este organismo es vendido en la comunidad para alimentación de ganado o a los acaparadores que llegan a la misma, en detrimento del precio del maíz.

Los productores siembran en promedio 8.3 litros de maíz que corresponde a 2 hectáreas con un rendimiento medio de 5.8 toneladas por hectárea; se cultiva en

terrenos semiplanos con pendientes de ligeras a pronunciadas. Las parcelas permanecen sembradas de junio a enero, y son dejadas en descanso alrededor de 5 meses para que los terrenos recuperen nutrientes.

La preparación del terreno para la siembra en este sistema de manejo se da de dos maneras: en la primera se hace de manera tradicional, se chapona y quema, posteriormente se aplica el herbicida secafin (glifosato); la segunda forma es la predominante donde ya no se realiza la chapona ni la quema, solo se aplica el herbicida secafin para controlar malezas de hoja ancha y pastos. La siembra se realiza de manera manual en surcos con un ancho de 80 cm y una distancia entre plantas de 40 centímetros, en promedio se coloca de 2 a 3 semillas por mata.

Los fertilizantes utilizados son el fosfato diamónico, urea y sulfato de amonio. En promedio se aplican 113kg de Nitrógeno y 24kg de Fosforo; las dosis de aplicación varían de acuerdo a cada productor y las unidades de medidas mayor utilizadas son por puño y cuchara; el fertilizante es aplicado directamente al pie de la planta o enterrado a un lado.

Después de la siembra el cultivo es fertilizado de dos a tres veces: la primera se da cuando la planta tiene de 10 a 15 días de vida o cuando ha alcanzado los 5 cm de altura, la segunda cuando la planta tiene de 40 a 60 días o cuando ha alcanzado los 50cm; dependiendo del color amarillento de la planta en esta etapa el productor decide hacer o no una tercera aplicación. Las combinaciones pueden ser fosfato-sulfato, urea-sulfato o solo urea.

El control de plagas se realiza con productos de la industria química. En el caso del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) es combatido con Foley y Fipol, para la babosa del frijol (*Sarasinula plebeia*) se realiza la aplicación de Arrivo. Enfermedades como la mancha de asfalto (*Phyllachora maydis*) no son controladas bajo ningún método.

El control de arvenses se realiza con productos como Gramoxone, Defensa, Secafin, lumbrecuat y Coloso. La aspersion se realiza con bomba manual o de motor. Las aplicaciones de herbicidas se realizan de dos a tres veces dependiendo

de la abundancia de malezas. En una hectárea se utilizan en promedio 9 litros de herbicidas.

Desde la siembra hasta la cosecha es común la alta utilización de mano de obra contratada. Los residuos de cosecha son destinados a la alimentación del ganado vacuno del productor o de ganaderos de la región que rentan las parcelas.

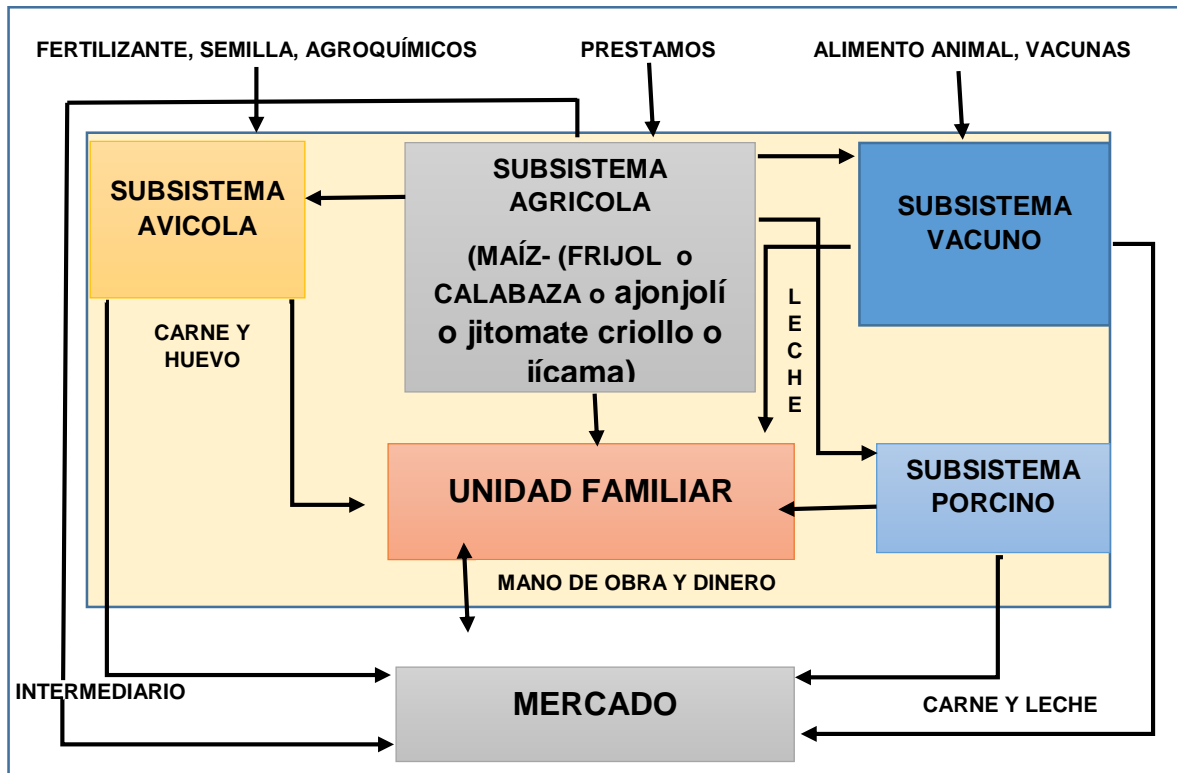


Figura 3. Sistema de manejo predominante convencional de maíz en Cuanacaxtlán, Guerrero, 2021.

3.1.3. Comparativo de sistemas de manejo campesino de producción de maíz en Cuanacaxtitlán, Guerrero

El cuadro 2 resalta las principales características de manejo que distinguen a los agroecosistemas analizados en Cuanacaxtitlán.

Cuadro 2. Sistemas de producción de maíz en Cuanacaxtitlán, Guerrero, 2020.

Determinantes del agroecosistema		Sistema de manejo tradicional (de referencia)	Sistema de manejo predominante convencional (alternativo)
Biofísicas originales		Clima: cálido subhúmedo con lluvias en verano. Altura: 468 msnm. Precip. 1000-2000 mm. Suelo: feozems, cambisol y luvisol.	
Tecnológicas y de manejo	Tipo de especies y variedades manejadas de maíz	Maíz criollo olotillo, maízn, toro, sapo y morado.	Maíz híbrido P4082w, P3966w y P4028w.
	Ciclo productivo	De temporal, en asociación con 3 o más cultivos (frijol, calabaza, jícama, jitomate criollo).	De temporal, en asociación con un cultivo secundario (frijol, calabaza o ajonjolí).
	Tecnología empleada	Mixta con predominancia tradicional	Mixta con predominancia convencional
	Mano de obra contratada	Media (16 jornales /ha/año)	Alta (46 jornales/ha/año)
	Fertilización	45-20-00 (N-P-K)	113-24-00 (N-P-K)
	Prácticas de conservación	Selección de semillas criollas, descanso de la tierra, asociación de cultivos y barreras vivas.	Descanso de la tierra y asociación de cultivos
	Manejo de plagas y enfermedades de arvenses	Foley y Fipol en gusano cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i>) y Arrivo en la babosa del frijol (<i>Sarasinula plebeia</i>). Deshierbe manual, quema y aspersión con Gramoxone, Secafin, Defensa, Coloso o Lumbrecuat. 6 litros/ha.	Deshierbe manual, quema y Aspersión con Secafin, Gramoxone, Defensa, Coloso o Lumbrecuat. 9 litros/ha.
Socioeconómicas culturales	Característica de los productores	Productores con 1.7 hectáreas para la producción de maíz. El 40 % siembra en parcelas rentadas.	Productores con un promedio de 2 hectáreas para la producción de maíz. El 80% son dueños de la tierra y cuentan con hato de ganado vacuno.
	Objetivos de la producción	Autoconsumo	Autoconsumo con venta de excedentes y alimentación para el ganado.

Fuente: Elaborado con base en Masera y López (2005).

Puntos Críticos de los Sistemas de Manejo Campesino

En el cuadro 3 se enlistan las Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA) identificadas por los productores como existentes en sus sistemas de producción de maíz.

Cuadro 3. Análisis FODA de la producción de maíz en Cuanacaxtitlán, 2020.

Sistemas de manejo	Fortalezas	Oportunidades	Debilidades	Amenazas
Tradicional	Resistencia del cultivo a plagas y enfermedades de la zona.	Buscar canales de comercialización para el maíz criollo.	El cultivo tiene alta susceptibilidad al acame, bajo rendimiento del cultivo, falta de organización de los productores. Dependencia de fertilizantes y herbicidas.	Afectaciones por plagas y enfermedades a cultivos secundarios, inestabilidad en el periodo de lluvias, dificultades para vender los excedentes de maíz criollo.
Convencional	Altos rendimientos del cultivo.	Venta de maíz a Segalmex, Acceso a mercados regionales (Fondo Regional de Ometepec, Masa y la Tortilla de Acapulco)	Dependencia de semillas, fertilizantes y plaguicidas, falta de organización de los productores.	Alta incidencia de plagas y enfermedades, altos costos de los insumos agrícolas, inestabilidad en el periodo de lluvias, elevado intermediarismo.

A partir del análisis FODA de los sistemas de manejo evaluados se establecieron los siguientes puntos críticos para ambos agroecosistemas y se relacionaron con los diferentes atributos de sustentabilidad establecidos por el método MESMIS (Ver cuadro 4). Se encontraron similitudes en cinco puntos críticos.

Cuadro 4. Puntos críticos identificados en los sistemas de producción tradicional y convencional.

Atributo	Punto crítico
Productividad	-Bajos rendimientos en la producción (SMT) -Altos costos de producción -Baja rentabilidad en la siembra de este cultivo (SMT)
Estabilidad; resiliencia; confiabilidad	-Alto costo de los insumos agrícolas (SMC) -Alta incidencia de plagas y enfermedades (SMC) <i>-Alta diversidad (SMT)</i>
Adaptabilidad	-Escasa capacitación en la producción de maíz
Equidad	-Alta demanda de mano de obra contratada
Autogestión	-Nula organización de productores -Insatisfacción del productor con su producción de maíz

Fuente: Elaborado con base en Maserá y López (2005). Nota: Los puntos críticos en cursiva son positivos

3.2. Análisis MESMIS de Sistemas de Manejo Campesino de Producción de Maíz en Cuanacaxtitlán, Guerrero: Diagnóstico y Resultados

Una vez realizado el cuestionario con los productores, se procedió a la medición de indicadores seleccionados a partir de puntos críticos y de los criterios de diagnóstico. A continuación, se presentan resultados obtenidos por cada indicador de acuerdo al atributo de sustentabilidad con el que se relaciona.

3.2.1. Indicadores de productividad

1. Rendimiento

El cuadro 5 muestra el rendimiento obtenido en los sistemas de producción de maíz donde predomina el manejo tradicional. En estos sistemas los rendimientos de maíz criollo fluctuaron de 0.63 a 3.15 t ha⁻¹, el rendimiento promedio fue de 1.5 t ha⁻¹. 30% de los productores obtuvieron menos de una tonelada por hectárea.

El cuadro 6 muestra el rendimiento obtenido en los sistemas de producción de maíz donde predomina el manejo tradicional.

Cuadro 5. Medición del indicador rendimiento en los agroecosistemas de manejo tradicional.

Productor	Hectáreas	Rendimiento (t ha ⁻¹)
1	0.67	0.63
2	1.33	1.26
3	1.33	3.15
4	1.67	1.01
5	0.33	1.26
6	2.33	1.80
7	1.33	0.95
8	0.33	1.89
9	6.00	0.63
10	1.67	2.52
Promedio	1.70	1.51

En los SMC se obtuvieron rendimientos de 3.36 a 9.6 t ha⁻¹ por lo que el rendimiento promedio fue de 5.8 t ha⁻¹.

Cuadro 6. Medición del indicador rendimiento en los agroecosistemas de manejo convencional.

Productor	Hectáreas	Rendimiento (t ha ⁻¹)
1	2	6
2	1	9.6
3	2	3.6
4	3	4.8
5	1	5.28
6	3	5.12
7	6	5.6
8	1	7.2
9	1	8.64
10	1	7.2
11	2	4.8
12	2	3.36
13	2	5.28
Promedio	2	5.88

De acuerdo a Damián y Toledo (2016) la variación en los rendimientos se explica por la diferencia en el manejo del maíz, influenciado por condiciones generales que pueden ser endógenas, como las características edafoclimáticas de la parcela y exógenas como los apoyos gubernamentales; también son determinadas por las características específicas de la Unidad de Producción Familiar (UPF) tanto por condiciones concretas que condicionan el manejo del maíz, como los insumos utilizados explícitamente en la producción.

En el caso de Cuanacaxtlán, los sistemas de producción de maíz que fueron analizados presentaron diferencias significativas en los resultados productivos: los agroecosistemas que utilizaron semillas híbridas obtuvieron los rendimientos más altos. La variación en el rendimiento entre estos agroecosistemas puede explicarse por las características edafoclimáticas específicas de cada parcela, por lo que el rendimiento del maíz híbrido depende del potencial productivo del suelo donde es sembrado.

Los agroecosistemas que sembraron semillas criollas presentaron los rendimientos más bajos. La diferencia entre los rendimientos obtenidos en estos sistemas fue menos variable.

De acuerdo a la percepción de los productores, el bajo rendimiento del maíz criollo aunado a la dificultad creciente de vender sus excedentes, se debe a que los intermediarios en tanto principal canal de comercialización empezaron a comprar exclusivamente maíz híbrido, así también al subsidio a fertilizantes, siendo factores que han favorecido la transición del sistema de producción tradicional al convencional.

2. Relación beneficio costo

Para el cálculo de los gastos totales de la producción se procuró tomar en cuenta todos los mencionados por los productores, pero aun así hubo datos que no pudieron ser contabilizados. No se incluyen gastos como la renta de los terrenos que se paga con producto o trabajo, mano de obra familiar empleada y el gasto en alimentos, refrescos y cervezas para los trabajadores. Se tomaron en cuenta los siguientes rubros:

1. Preparación del terreno. Se realiza de dos maneras mediante chaponeo o aspersión de herbicidas; en el caso de chaponeo se tomó en cuenta sólo la mano de obra y para la aspersión se contabilizaron los jornales y costos de los insumos.
2. Siembra. En este aspecto se tomaron en cuenta los jornales necesarios para la siembra y el costo de la semilla.
3. Fertilización. Se tomó en cuenta la mano de obra contratada para la aplicación del fertilizante y el costo del mismo. Los precios de estos insumos pueden variar dependiendo de cómo fueron adquiridos: sea como apoyo de programas gubernamentales, revendido por otros productores o comprados directamente de las agroexportadoras.
4. Control de malezas. El control de maleza se realiza mediante chapona o aspersión de herbicidas, por lo que se tomaron en cuenta precios de los insumos y mano de obra empleada.
5. Control de plagas. Las principales plagas, como el gusano cogollero que ataca al maíz y la babosa del frijol, son combatidas con insecticidas como el Foley, Fipol y Arrivo. Para el cálculo de este rubro se tomaron en cuenta precios de los productos aplicados, que pueden variar dependiendo del lugar donde fueron adquiridos y la mano de obra utilizada en la aspersión.
6. Control de enfermedades. Se tomó en cuenta esta actividad, pero al no realizarse un control de las enfermedades como la mancha de asfalto, no se reportó gasto en este rubro.
7. Cosecha. En este aspecto se contabilizaron jornales utilizados en la dobla y la pizca manual, para el desgrane mecánico el precio fue de 3 a 4 pesos por costal más la mano de obra utilizada para envasado. El traslado del maíz de la parcela a la casa del productor se realiza de dos maneras: en camionetas que cobran por viajes o utilizando animales de carga cuyo pago es por día más la mano de obra empleada en la carga y descarga.

El cuadro 7 muestra el desglose de los costos totales por hectárea de los sistemas donde predomina el manejo tradicional de maíz.

En estos sistemas el costo total por la producción de una hectárea de maíz varió de \$1,901.67 a \$10,230.00, esta variación está asociada con el uso de insumos y la mano de obra. No se registran gastos en compra de semillas, hacen un uso mínimo de plaguicidas y la mano de obra familiar realiza la mayor parte del trabajo, pero durante la cosecha se hace necesario la contratación de jornales. El costo más alto se generó durante la cosecha por los jornales contratados, y por el transporte del maíz en animales de carga en terrenos de difícil acceso.

Cuadro 7. Costos totales en los agroecosistemas de manejo tradicional (Mx \$/Ha).

Productor	Preparación del terreno	Siembra	Fertilización	control de malezas	Control de plagas	Cosecha	Costo Total
1	1125	675	1200	570	143	2610	6323
2	300	829	1200	285	0	870	3484
3	600	1200	600	570	0	6150	9120
4	0	0	0	1379	0	2046	3425
5	600	600	600	1230	0	5820	8850
6	0	0	0	1259	0	3934	5193
7	600	450	300	323	0	2775	4448
8	0	0	4200	1380	0	4650	10230
9	300	0	50	315	45	1192	1902
10	240	120	0	300	0	2850	3510
Promedio	377	387	815	761	165	3290	5648

El cuadro 8 muestra el desglose de los costos totales por hectárea de los sistemas donde predomina el manejo convencional de maíz.

En la producción convencional el costo total por la producción de una hectárea de maíz fue de \$ 9, 690.00 a \$ 27, 430.00. El alto costo de la producción puede explicarse por el gasto que representa la mano de obra contratada, principalmente durante la cosecha, además de la compra de semillas y herbicidas que también representan un gasto importante.

Cuadro 8. Costos totales en los agroecosistemas de manejo convencional (Mx \$/Ha).

Productor	Preparación del terreno	Siembra	Fertilización	control de malezas	Control de plagas	Cosecha	Costo Total
1	2000	3750	1000	2560	470	9800	19580
2	1500	4000	3100	6780	1800	10250	27430
3	600	3265	975	1480	0	4040	10360
4	400	2850	1350	1540	0	3550	9690
5	1800	3400	2400	1570	0	8390	17560
6	750	3167	1067	1407	0	4013	10403
7	1000	3800	1083	2700	3267	6017	17867
8	3000	3700	1050	2800	0	7200	17750
9	600	3400	900	2520	0	9360	16780
10	300	3220	600	1700	0	6000	11820
11	525	2975	2000	1768	0	5150	12418
12	1125	2100	1350	3550	375	5610	14110
13	1125	3800	4200	2314	0	525	19824
Promedio	1133	3341	1621	2515	1478	6147	15815

En ambos sistemas de producción el mayor costo se da durante la cosecha por el empleo de jornales contratados. El costo por jornal varía de \$150 a \$200 al día.

El alto gasto en mano de obra contratada se debe principalmente a dos factores: primero, la producción de maíz desde la siembra hasta la cosecha se realiza de manera manual utilizando herramientas rusticas, por lo que requiere mayor fuerza de trabajo. En tal sentido, la baja mecanización responde a las pequeñas superficies sembradas y a las pendientes pronunciadas de las mismas. De acuerdo a los datos presentados, la producción convencional presenta mayores costos de producción.

En segundo lugar, al ser una comunidad de migrantes el promedio de integrantes de una familia de productores, tanto tradicionales como convencionales, es de cuatro personas: el padre, la madre, el hijo (a) más pequeño y abuelos; los hijos mayores han migrado hacia otros lugares buscando otros medios de sustento,

principalmente a Estados Unidos y hacia estados fronterizos por lo que la mano de obra familiar es limitada.

El ingreso neto representa la cantidad que le queda al productor después de descontar los costos totales de la producción al ingreso obtenido por la venta de su producto. El cuadro 9 muestra el ingreso neto de la producción de maíz sumado al ingreso por otras especies, asociadas en los sistemas de producción de maíz donde predomina el manejo tradicional. Se consideran siete meses de producción desde la siembra hasta la cosecha.

En estos sistemas el ingreso por otras especies representa un porcentaje importante del ingreso total anual. El 20% de los productores no obtuvo ingresos de la producción de maíz, por lo que los pocos ingresos obtenidos dependieron totalmente de las especies asociadas al maíz en sus sistemas de cultivo. Para el 60% de los productores, el ingreso neto de la producción de maíz fue inferior al ingreso obtenido por otras especies.

Cuadro 9. Ingresos netos en los agroecosistemas de manejo tradicional (Mx \$/Ha).

Productor	Ingreso neto de la producción de maíz	Ingreso por otras especies	Ingreso total anual	Ingreso mensual
1	-3,188.17	840.00	-2,348.17	-335.45
2	4,726.78	3,780.00	8,506.78	1,215.25
3	9,827.37	600.00	10,427.37	1,489.62
4	1,605.14	1,932.00	3,537.14	505.31
5	-2,486.36	1,080.00	-1,406.36	-200.91
6	5,622.02	1,388.57	7,010.59	1,001.51
7	289.34	2,340.00	2,629.34	375.62
8	1,224.55	17,760.00	18,984.55	2,712.08
9	1,248.33	2,160.00	3,408.33	486.90
10	9,064.85	606.00	9,670.85	1,381.55
Promedio	2,793.38	3,248.66	6,042.04	863.15

Los ingresos obtenidos en los agroecosistemas donde predomina el manejo tradicional de maíz, dan cuenta de la importancia de la milpa en la obtención de

otros productos aparte del maíz, que pueden ayudar a sobrellevar una mala cosecha del cultivo principal.

El cuadro 10 muestra el ingreso neto de la producción de maíz sumado al ingreso por otras especies, asociadas en los sistemas de producción de maíz donde predomina el manejo convencional. Se consideran 7 meses de producción desde la siembra hasta la cosecha.

En estos sistemas el ingreso neto obtenido de la producción de maíz es superior a los obtenidos en los SMT. El porcentaje del ingreso por otras especies es poco representativo, solo para un productor este ingreso fue superior al del maíz. El 30.76% no obtuvo ingreso por otras especies debido a la siembra de maíz en monocultivo.

Cuadro 10. Ingresos netos en los agroecosistemas de manejo convencional (Mx \$/Ha).

Productor	Ingreso neto de la producción de maíz	Ingreso por otras especies	Ingreso total anual	Ingreso mensual
1	4,420.00	0.00	4,420.00	631.43
2	25,370.00	3,000.00	28,370.00	4,052.86
3	9,440.00	230.00	9,670.00	1,381.43
4	16,710.00	0.00	16,710.00	2,387.14
5	3,560.00	7,200.00	10,760.00	1,537.14
6	17,756.67	750.00	18,506.67	2,643.81
7	12,933.33	900.00	13,833.33	1,976.19
8	21,850.00	2,200.00	24,050.00	3,435.71
9	30,740.00	100.00	30,840.00	4,405.71
10	27,780.00	3,000.00	30,780.00	4,397.14
11	16,382.00	0.00	16,382.00	2,340.29
12	4,370.00	0.00	4,370.00	624.29
13	9,216.00	1,800.00	11,016.00	1,573.71
Promedio	15,425.23	1,475.38	16,900.62	2,414.37

La superioridad de los ingresos obtenidos en la producción convencional de maíz, con respecto a la producción tradicional, se explica por el alto rendimiento de

las semillas híbridas que alcanza un promedio de 5.8 toneladas por hectárea en comparación a las 1.5 toneladas por hectárea obtenidas en la producción tradicional utilizando semillas criollas.

La figura 4 muestra la relación beneficio/costo de la producción en los sistemas analizados. En los sistemas donde predomina el manejo convencional la relación B/C varió de 1.23 a 3.60 con un promedio de 2.16, lo que indica que la producción es rentable.

En los sistemas donde predomina el manejo tradicional la relación B/C fue de 0.63 a 3.76, con un promedio de 2.24. Para el 80% la producción fue rentable, pero 20% tuvieron pérdidas con un B/C de 0.63 y 0.84. La rentabilidad más alta la obtuvo un productor tradicional.

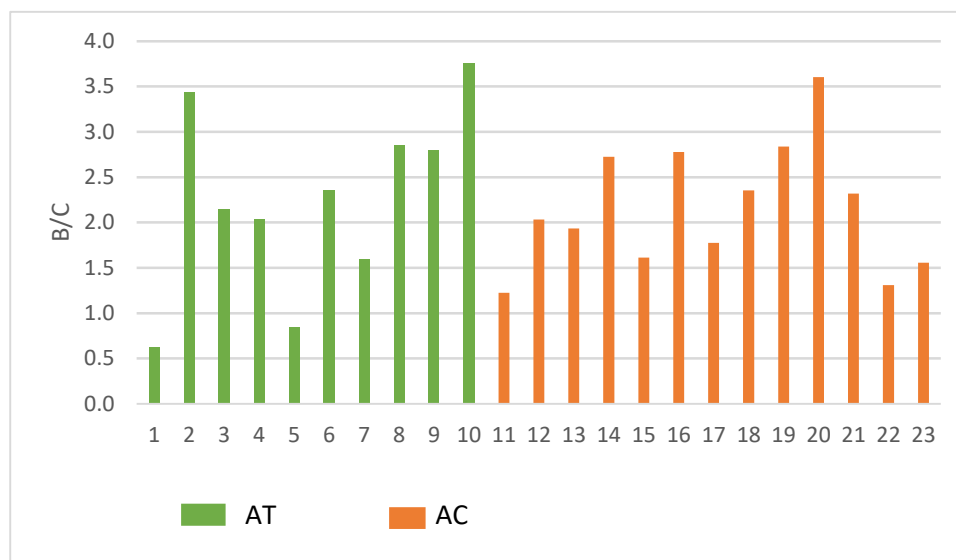


Figura 4. Medición del indicador B/C

De acuerdo a los datos mostrados la rentabilidad promedio de los SMT es ligeramente superior a la rentabilidad de los SMC. Un factor determinante en este resultado fue la cuantificación de los ingresos obtenidos por las especies asociadas al maíz. En los SMT se obtuvieron mayores ingresos en este rubro. Estos resultados contradicen en el 80% de los casos el punto crítico de baja rentabilidad identificado en estos sistemas, esto puede deberse a que los productores consideraron solo la rentabilidad del maíz.

La milpa es una técnica de producción campesina que aumenta la rentabilidad de la producción debido al cultivo de diversas especies y variedades, además, disminuye el riesgo ante la incertidumbre de una mala cosecha y posibilita la obtención de diversos productos en un mismo espacio.

3.2.2. Indicadores de estabilidad, resiliencia y confiabilidad

3. Empleo de herbicidas y plaguicidas

Este indicador mide el uso de herbicidas y plaguicidas. Cuanto mayor sea el uso de estos insumos, menos sustentable será la producción de maíz. Los productos comerciales utilizados para el control de maleza en los sistemas de producción de maíz analizados son: Secafin, Defensa, Lumbrecuat, Coloso y Gramoxone, el más utilizado fue el Secafin. Las dosis recomendadas varían de acuerdo a cada herbicida, los cuales van de 1 a 3 litros por hectárea. Los precios de estos productos oscilan desde \$95 hasta \$180.

El cuadro 11 muestra la cantidad de herbicidas utilizados para la producción de maíz en los sistemas de manejo predominante tradicional.

Cuadro 11. Uso de herbicidas en los agroecosistemas de manejo tradicional (Ha).

Productor	Consumo de herbicidas (litro) (número de aplicaciones)	Porcentaje respecto al costo total
1	6 (2)	13.52
2	3 (1)	8.18
3	6 (2)	6.25
4	11 (2)	40.26
5	5 (1)	7.12
6	10 (2)	24.24
7	2 (1)	7.25
8	12 (2)	13.49
9	2 (1)	9.99
10	2 (1)	8.55
Promedio	6	13.89

El 40% de productores realizó una sola aplicación y el empleo promedio de herbicidas fue de 6 litros por hectárea, todos los productores realizan el deshierbe manual antes de la siembra y complementan con la aplicación de herbicidas. El porcentaje promedio que representa la compra de herbicidas con respecto al costo total de la producción fue de 13.89%.

El cuadro 12 muestra la cantidad de herbicidas utilizados para la producción de maíz en los sistemas de manejo predominante convencional. En estos sistemas el uso de estos insumos fue de 4 a 22 litros por hectárea, el 30.76% de los productores realizan el deshierbe manual antes de la siembra y complementan con la aplicación de herbicidas.

El porcentaje promedio que representa la compra de herbicidas en los SMC con respecto al costo total de la producción fue de 6.20%.

Cuadro 12. Uso de herbicidas en los agroecosistemas de manejo convencional (Ha).

Productor	Consumo de herbicidas (litro) (número de aplicaciones)	Porcentaje respecto al costo total
1	10 (2)	3.34
2	12 (2)	8.31
3	4 (1)	3.76
4	5 (1)	3.58
5	6 (2)	6.66
6	4 (1)	2.64
7	22 (2)	2.05
8	9 (2)	8.73
9	12 (2)	15.02
10	6 (1)	10.15
11	7 (2)	5.61
12	15 (2)	7.97
13	10 (2)	2.81
Promedio	9	6.20

Los datos mostrados indican un uso excesivo de herbicidas en los SMT y SMC y, aunque el gasto de estos productos no represente un porcentaje importante en el costo total de la producción, si aumentan innecesariamente los costos, además del daño que causan al ambiente y a la salud de productores y sus familias.

El Gramoxone es un herbicida altamente toxico prohibido en diferentes países, el paraquat es su ingrediente activo y se caracteriza por su alta persistencia en el suelo. El Secafin es un herbicida que tiene glifosato como ingrediente activo, recientemente han sido reconocidos y denunciados sus efectos tóxicos en el ambiente y la salud humana.

En el estado de Guerrero, el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP, 2007) para el combate de maleza en maíz de temporal recomienda el uso de herbicidas preemergentes como Gesaprim combi, Gesaprim 50 o Primagrán en dosis de 2 a 3 litros por hectárea.

En los sistemas de producción analizados se evidencia un escaso control de las plagas que atacan los cultivos. El 26% realizó el combate del gusano cogollero en maíz y la babosa en frijol con Foley, Fipol y Arrivo.

Las dosis recomendadas de estos productos comerciales son de 0.75 a 1l/ha de Foley, 250ml/ha de Fipol y de 200 a 400ml/ha de Arrivo. El precio de estos insumos ronda de los \$70 a los \$300.

El cuadro 13 muestra la cantidad de plaguicidas utilizados en los sistemas con predominio de manejo tradicional. Con una sola aplicación, el 20% de los productores realizó el combate de plagas utilizando Foley para el control del gusano cogollero y Arrivo en la babosa del frijol.

El porcentaje promedio que representa la compra de plaguicidas con respecto al costo total de la producción fue de 1.74%.

De acuerdo a la percepción de los productores, el maíz criollo es resistente al gusano cogollero por lo que, aunque existe presencia de esta plaga, no realizan un control de la misma. En el caso de la babosa del frijol si les causa afectaciones en el rendimiento, en tal sentido, el productor que realizó la aplicación de Arrivo

mencionó que no tuvo incidencia en la plaga afectando considerablemente su producción de frijol. Esto puede estar asociado al poco conocimiento que los productores tienen del manejo correcto de plaguicidas para controlar poblaciones de insectos.

Cuadro 13. Uso de plaguicidas por hectárea en los SMT.

Productor	Consumo de plaguicidas (litro) (número de aplicaciones)	Porcentaje respecto al costo total
1	1.5 Foley (1)	3.38
9	0.17 Arrivo (1)	0.1
Promedio	0.83	1.74

El cuadro 14 muestra la cantidad de plaguicidas utilizados por hectárea en los sistemas de producción con predominio del manejo convencional. El 30.76% de los productores realizó el combate de plagas con Foley y Fipol para el control del gusano cogollero, y Arrivo en la babosa del frijol. El uso de estos insumos varió de 1 a 10.33 litros por hectárea.

Cuadro 14. Uso de plaguicidas por hectárea en los SMC.

Productor	Consumo de plaguicidas (litro) (número de aplicaciones)	Porcentaje respecto al costo total
1	1 Fipol (1)	0.24
2	6 Foley (2)	4.37
7	10.33 Foley (2)	2.89
12	2.5 Arrivo (1)	1.33
Promedio	2.91	2.21

Los datos presentados en el cuadro 14 indican un excesivo uso de plaguicidas en los SMC, derivado del escaso conocimiento sobre el manejo correcto de estos productos. El Fipol cuyo ingrediente activo es la Cipermetrina es un producto altamente tóxico.

El INIFAP (2007) recomienda para el control del gusano de alambre, gallina ciega (Counter 20% G 7 kg/ha), y gusano cogollero (Carbarilo 10 kg/ha o Lorsban 480E 1 l/ha).

La compra de plaguicidas no representa un porcentaje importante en el costo total de la producción, pero el abuso en la aplicación de estos productos aumenta los costos, además del potencial daño que causan al ambiente y la salud de productores y sus familias.

4. Empleo de fertilizantes

Este indicador ambiental mide el uso de fertilizantes en los sistemas analizados de producción de maíz. Los fertilizantes comerciales utilizados son el sulfato de amonio ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$) compuesto de 21 % de nitrógeno, y 24 % de azufre, el fosfato diamónico ($(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$) con 18 % de nitrógeno y 46 % de fósforo y urea ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$) con 46% de nitrógeno.

Estos fertilizantes son subsidiados a los productores. Para dos hectáreas reciben 6 bultos de sulfato de amonio y 6 bultos de fosfato diamónico, pero desde hace dos años el campesino ya no paga ningún porcentaje por el fertilizante. No todos los productores reciben este apoyo, y algunos consideran que la inscripción es mucho trámite, por lo que compran los fertilizantes que utilizan.

La dosis de aplicación de estos fertilizantes varía de acuerdo a cada productor. Las unidades de medidas mayor utilizadas son por puño y cuchara, el fertilizante es aplicado directamente al pie de la planta o enterrado a un lado.

Después de la siembra se fertiliza de dos a tres veces, con fosfato diamónico (granulado) cuando la planta de maíz tiene de 10 a 15 días y con sulfato de amonio (blanco) de los 40 a 60 días. Antes o al comenzar el espigado, dependiendo del color amarillento de la planta en esta etapa, el productor decide si hacer o no una tercera aplicación. Las combinaciones pueden ser fosfato-sulfato, urea-sulfato o solo urea.

El cuadro 15 muestra la cantidad de Nitrógeno, Fósforo y Potasio (N-P-K) aplicados en una hectárea según la cantidad de fertilizante utilizada por el productor en los sistemas con predominio del manejo tradicional. Se reporta la cantidad de nitrógeno y fósforo como elemento. Se muestra también el rendimiento en kg/ha

obtenido por cada productor, el costo por la compra de fertilizantes así como el porcentaje respecto al costo total de la producción.

Como puede observarse, la cantidad total de nutrientes utilizado por hectárea es muy variable. La aplicación se hace de manera empírica, con lo poco que se tiene o lo que se puede conseguir. Por otra parte, para el 20% de los productores la compra de fertilizantes representa un porcentaje importante del costo total de la producción.

Los fertilizantes utilizados carecen de Potasio, un macroelemento importante en el crecimiento y desarrollo de la planta.

Cuadro 15. Medición del indicador empleo de fertilizantes de síntesis industrial en los agroecosistemas de manejo tradicional.

Productor	Total			Rendimiento Kg/ha	Costo por hectárea (\$)	Porcentaje respecto al costo total
	N	P	K			
1	21	15	0	627	750	12
2	59	30	0	1263	1200	34
3	32	0	0	3158	600	7
4	47	24	0	1006	0	0
5	15	6	0	1273	0	0
6				1803	0	0
7	73	38	0	947	0	0
8	117	60	0	1909	4200	41
9	14	3	0	630	0	0
10	36	12	0	2515	0	0
Promedio	42	21	0	1513	675	9

De acuerdo al INIFAP-SAGARPA (2015), el maíz requiere aproximadamente de 20 a 25 kg/ha de nitrógeno por cada tonelada de grano producida. En este caso el productor con el rendimiento más alto, 3.1 toneladas de maíz, aplicó 32 kg de nitrógeno; el productor que aplicó la cantidad de nitrógeno más alto, 117 kg, obtuvo

solo 1.9 ton de maíz. Estos resultados pueden indicar que no hay una clara relación entre la cantidad de fertilizantes aplicados y el rendimiento de grano obtenido.

La dosis utilizada, los momentos y la forma de aplicación son importantes para evitar al máximo la lixiviación y volatilización de los fertilizantes, así como un uso excesivo del mismo. Previo a la siembra, es necesario realizar un análisis de suelo para conocer la disponibilidad de nutrientes, y con base en estos datos determinar la cantidad correcta de fertilizante a aplicar.

El cuadro 16 muestra la cantidad de Nitrógeno, Fosforo y Potasio (N-P-K) aplicados en una hectárea, según la cantidad de fertilizante utilizada por productor en los sistemas con predominio del manejo convencional.

Cuadro 16. Medición del indicador empleo de fertilizantes de síntesis industrial en los agroecosistemas de manejo convencional.

Productor	Total			Rendimiento (kg/ha)	Costo por hectárea (\$)	Porcentaje respecto al costo total
	N	P	K			
1	69	30	0	6000	0	0
2	238	60	0	9600	1600	6
3	69	0	0	3600	600	6
4	82	23	0	4800	1000	10
5	89	40	0	5280	2000	11
6	77	0	0	5120	667	6
7	96	0	0	5600	833	5
8	146	60	0	7200	0	0
9	184	0	0	8640	0	0
10	184	0	0	7200	0	0
11	63	70	0	4800	100	1
12	71	20	0	3360	0	0
13	103	15	0	5280	3000	15
Promedio	113	25	0	5883	754	5

En el cuadro se reporta la cantidad de nitrógeno y fósforo como elemento; se muestra también el rendimiento en kg/ha obtenido por cada productor, el costo por la compra de fertilizantes, así como el porcentaje respecto al costo total de la producción.

Como puede observarse, la aplicación de nitrógeno es alta ya que varió de 63 a 238 kg/ha. La aplicación de fósforo dependió del tipo de fertilizante utilizado, y el 38.46% de los productores utilizó solo urea.

Para el 61.53% de los productores el fertilizante representó un gasto, aunque no fue representativo respecto al costo total de la producción.

La dosis utilizada, los momentos y la forma de aplicación son esenciales para disminuir al mínimo la lixiviación y volatilización de los fertilizantes. Es necesario realizar un análisis de suelo de macro y microelementos para conocer la disponibilidad de nutrientes en el suelo y de esta manera conocer las cantidades correctas que hay que agregar de fertilizante.

Como se puede apreciar en los cuadros 14 y 15, el uso de fertilizantes de síntesis industrial por hectárea es superior en los sistemas donde predomina el manejo convencional de maíz; pero esto no se refleja de manera proporcional en el costo por hectárea debido a que no todos reciben el apoyo en fertilizantes, adicionalmente, el intercambio y la venta de los mismos es una práctica común entre los productores.

En ambas modalidades de producción sólo usan fertilizantes de síntesis industrial, aunque en los sistemas donde predomina el manejo tradicional del maíz lo usan en menores cantidades.

5. Plagas y enfermedades

Este indicador ambiental mide la existencia de plagas y enfermedades en los sistemas analizados de producción de maíz.

Las plagas presentes en cultivos, de acuerdo a los productores, fueron el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) que afecta al maíz y la babosa del frijol

(*Sarasinula plebeia*), no se mencionaron enfermedades. El 26% de los productores aplicó productos comerciales como Foley, Fipol y Arrivo.

El 100% de los sistemas con predominio del manejo convencional presentaron afectaciones por el gusano cogollero; mientras los que sembraron frijol en asociación con maíz presentaron daños por la babosa del frijol. El 30.76% aplicó Fipol para el control del gusano cogollero y Arrivo en la babosa del frijol.

En los sistemas de manejo predominante tradicional se presentaron ligeras afectaciones del gusano cogollero, los productores consideran que el maíz criollo es resistente a este insecto. Solo un productor aplicó Foley para el control del gusano cogollero, y otro productor aplicó Arrivo en la babosa del frijol.

El 20% de los productores tradicionales y 38.46% de los productores convencionales mencionaron tener pérdidas totales o parciales en el cultivo de calabaza, afectado por alguna especie de enfermedad que seca por completo las plantas. No aplicaron productos comerciales para su control.

Los productores de ambos sistemas que realizaron aplicación de plaguicidas, mencionaron que estos productos no tuvieron incidencia alguna en la plaga. Esto puede estar relacionado al escaso asesoramiento que los productores tienen acerca del manejo correcto de estos plaguicidas para controlar poblaciones de insectos.

La aplicación de plaguicidas puede por sí mismo causar desequilibrios ecológicos al afectar organismos benéficos. Una aplicación inadecuada puede inducir la resistencia de las plagas que se combaten, o la aparición de nuevas plagas (Ortega, 2009).

Según la percepción de los productores, la diversidad en los sistemas campesinos analizados ha disminuido, pues han dejado de sembrar especies de plantas que antes cultivaban como el cempaxúchitl, así como diferentes variedades de frijol, mientras otras se han visto afectadas por el uso de herbicidas como en el tomate pajarito. En el caso de productores que siembra maíz híbrido, han talado los árboles que servían de barreras alrededor de sus parcelas, pero otros productores se han resistido a este cambio, al señalar que la razón por la que no obtienen

buenos rendimientos es por la afectación derivada de la sombra de árboles. Adicionalmente, cada vez más productores siembra el maíz en monocultivo pues consideran que es más fácil culminar el ciclo de producción y cosecha.

6. Uso de variedades de maíz

Este indicador ambiental mide el uso de variedades de maíz. El rol de las semillas locales es muy importante en el desarrollo de una agricultura sustentable, la cual propone el alcance de la seguridad y autosuficiencia alimentaria al tiempo que conserva y restaura los recursos naturales (Altieri y Nicholls, 2000).

En este aspecto, las semillas locales influyen en la conservación de la diversidad genética de los cultivos, así como en la disponibilidad de alimentos a nivel local y familiar; también en la conservación de prácticas tradicionales y culturales asociadas a su manejo, a la vez que disminuyen la dependencia de las comunidades de las empresas de semillas.

Los sistemas de producción donde predomina el manejo tradicional de maíz alcanzaron un 100% de uso de variedades de maíz al sembrar maíz nativo como el olotillo, maízon, maíz toro, maíz sapo y mezclas de las mismas. En las unidades familiares la producción de maíz está destinada principalmente a la alimentación por su sabor y olor característicos, el maíz toro es sembrado específicamente para la elaboración de pozole, comida típica mexicana de amplio reconocimiento. El intercambio o regalo de maíces criollo es una práctica común entre las familias de estas unidades de producción familiares. Para ellos la compra de semillas no representa un gasto.

Los productores mencionaron la pérdida del maíz tecomache o cuarenteño, el cual es un maíz de maduración corta.

Los sistemas de producción donde predomina el manejo convencional de maíz alcanzaron un 0% de uso de variedades de maíz, al sembrar maíz híbrido de la marca pioneer como P4082W, P3966W y P4028W, factor que los hace dependientes de este insumo. La compra de semillas les representa un gasto

promedio de \$ 2, 491.52 que corresponde al 16.79% respecto del costo total de la producción de maíz por hectárea.

7. Grado de diversidad de especies agrícolas

Este indicador mide el número de cultivos asociados. La milpa forma parte de una cultura ancestral campesina, es un policultivo en el que se encuentran en asociación el maíz, el frijol y la calabaza aunque cada región adapta la milpa a sus necesidades alimenticias y culturales (Buylla et al., 2011).

Los sistemas de manejo predominante tradicional alcanzaron un porcentaje de 100% al sembrar un promedio de 3 cultivos en asociación con el maíz, como son frijol, calabaza, jícama y jitomate criollo.

Los sistemas de manejo predominante convencional alcanzaron un porcentaje de 38.15% al sembrar en promedio un solo cultivo en asociación con el maíz el cual puede ser frijol, calabaza, jícama, ajonjolí o jitomate criollo. 10 de los 13 productores convencionales tienen por lo menos un cultivo asociado al maíz.

La siembra en policultivo es una estrategia que reduce los riesgos al compensar la pérdida o daño de un cultivo con los productos de los cultivos asociados. La sinergia entre los diversos cultivos mejora su rendimiento a largo plazo, y dada la diversidad de productos obtenidos se mejora la autosuficiencia alimentaria y la rentabilidad de la producción, aún en condiciones precarias de recursos (Altieri y Toledo, 2010). Es una estrategia para enfrentar riesgos climáticos y contribuir a la sustentabilidad.

En el caso de sistemas con predominio del manejo tradicional, la asociación de cultivos como la calabaza y el frijol, cuyo precio por litro¹ oscila de \$150 a \$200, ayuda considerablemente al mejoramiento de los ingresos netos de las familias campesinas.

De acuerdo a Toledo y Barrera-Bassols (2008) la siembra en policultivo reduce el efecto de arvenses, plagas y enfermedades. En los sistemas de manejo

¹ Litro. Unidad de medida local equivalente aproximadamente a 3.5 kilogramos.

tradicional predominante existe una incidencia menor de plagas respecto a los SMC, al tener un porcentaje mayor en diversidad de cultivos.

8. Diversidad Temporal

Este indicador señala si en la parcela el productor hace o no rotación de cultivos, lo ideal sería que el productor tuviera un plan de manejo. En los sistemas donde predomina el manejo tradicional, los productores no realizan rotación de cultivos, primero, porque las parcelas que manejan son muy pequeñas (1.75 hectáreas en promedio). En segundo lugar, al ser la producción de autoconsumo, los productos como maíz, frijol y calabaza, son requeridos para la alimentación año con año. En tercer lugar, el 40% siembra en parcelas rentadas.

El valor de la densidad temporal en los SMT fue del 30%, esto debido a que los que son propietarios dejan descansar sus parcelas por lo menos un año cada cinco. Durante ese año que dejan descansar sus parcelas, normalmente alquilan algún terreno para sembrar, alquiler que es común paguen con un porcentaje del producto obtenido.

En poco más del 50% de los SMC los productores realizan una rotación parcial de cultivos, es decir, el cultivo principal el maíz no cambia pero los cultivos secundarios sí; la combinación puede ser maíz-frijol, maíz-calabaza, maíz-ajonjolí, maíz-jícama o maíz-jitomate. También dejan descansar sus parcelas de uno a dos años cada cinco y el valor de la densidad temporal en la producción convencional fue de 55.77%.

La rotación de cultivos es una práctica agroecológica que mejora la disponibilidad de nutrientes en el suelo y rompe el ciclo reproductivo de algunas plagas.

9. Ingreso por otros cultivos

Este indicador mide el porcentaje de ingreso por otros cultivos diferentes al maíz.

En los SMT se contabilizaron los ingresos de cultivos como el frijol (l), semilla de calabaza (l), jícama (kg) y jitomate criollo (kg). En los SMC se contabilizaron los

ingresos de cultivos como el ajonjolí (bulto), frijol (l), semilla de calabaza (l), jitomate criollo (kg) y jícama (kg).

El cuadro 17 muestra el ingreso por otros cultivos y su porcentaje respecto al ingreso total obtenido en los sistemas donde predomina el manejo tradicional. Para el 60% de productores el ingreso por otros cultivos representa un porcentaje importante respecto al ingreso total de la producción de maíz.

Cuadro 17. Medición del indicador ingreso por otras especies en los agroecosistemas de manejo tradicional.

Productor	Ingreso por otros cultivos (Mx \$/Ha)	Porcentaje respecto al ingreso total
1	840.00	26.80
2	3,780.00	46.04
3	600.00	3.17
4	1,932.00	38.41
5	1,080.00	16.97
6	1,388.57	12.84
7	2,340.00	49.40
8	17,760.00	155.05
9	2,160.00	68.57
10	606.00	4.82
Promedio	3,248.66	42.21

El ingreso obtenido por otros cultivos es altamente significativo en estos sistemas, y representa por un lado diversidad en la alimentación y, por otro, con la venta de esos productos pueden adquirir artículos necesarios que no se producen en la unidad de producción familiar. En estos sistemas de producción la siembra de otros cultivos compensa de alguna manera el bajo ingreso por la siembra de maíz.

Para Altieri y Toledo (2010) la siembra de diversas especies tiene entre otros beneficios la diversidad de la dieta, minimiza los riesgos ante eventos externos, mantiene el rendimiento y tiene un efecto positivo en la rentabilidad de los cultivos aun con bajos recursos.

El cuadro 18 muestra el ingreso por otros cultivos y su porcentaje respecto al ingreso total obtenido en los sistemas donde predomina el manejo convencional. El 23% sembró el maíz en monocultivo, un productor realizó la asociación maíz-frijol pero no obtuvo ingresos por el cultivo secundario debido a las afectaciones de *Sarasinula plebeia*.

Cuadro 18. Medición del indicador ingreso por otras especies en los agroecosistemas de manejo convencional.

Productor	Ingreso por otros cultivos (Mx \$/Ha)	Porcentaje respecto al ingreso total
1	-	0.00
2	3,000.00	5.68
3	230.00	1.16
4	-	0.00
5	7,200.00	34.09
6	750.00	2.66
7	900.00	2.92
8	2,200.00	5.56
9	100.00	0.21
10	3,000.00	7.58
11	-	0.00
12	-	0.00
13	1,800.00	6.20
Promedio	1,475.38	5.08

En estos sistemas se ha disminuido de manera creciente el número de cultivos asociados al maíz. El ingreso obtenido por estos cultivos no es representativo debido a los altos ingresos obtenidos por la producción de maíz, razón por lo que no se le da prioridad.

En ambos sistemas de producción se contabilizaron otras especies utilizadas únicamente para la alimentación familiar, como son: hierba mora (*Solanum nigrum*), chipile (*Crotalaria* spp.), pápalo (*Porophyllum ruderale*), verdolaga (*Portulaca oleracea*), chacopeta y guaje. En estos sistemas también habitan especies animales silvestres que sirven de alimento a las familias, entre las más comunes se encuentran iguanas y armadillos.

10. Canales de comercialización

Este indicador económico mide el número de canales de comercialización a los cuales los productores tienen acceso. El cuadro 19 muestra el número de canales de comercialización para cada sistema de producción.

La producción de maíz criollo ha sido desplazada del mercado regional por lo que solo se comercializa de manera local, siendo mayormente intercambiado por productos alimenticios. El que los productores no puedan obtener un ingreso monetario por venta de sus excedentes de maíz criollo dificulta la obtención de otros productos. Este hecho ha favorecido la producción de maíz híbrido y el abandono del maíz nativo.

La venta de maíz híbrido se da a través de dos canales de comercialización: uno a través de Segalmex que ofrece un mejor precio por tonelada, y por otro, con intermediarios que normalmente abaratan el precio del grano. El 30% de los productores mencionó la venta de maíz a Segalmex, el otro 70% vendió a intermediarios debido a las exigencias de la dependencia pública federal respecto a la calidad del grano.

Cuadro 19. Medición del indicador canales de comercialización.

Producción	Numero	Porcentaje
AT	1	33
AC	1.38	43.15

En ambos sistemas de producción es necesaria la organización de los productores para la detección de nuevos canales de comercialización. En el caso de la producción de maíz criollo, se puede buscar la relación con establecimientos que valoren la producción de este maíz y negociar mejoría en los precios.

3.2.3. Indicadores de adaptabilidad

11. Talleres o capacitaciones

Dado que el logro de la sustentabilidad social requiere del fortalecimiento de las capacidades humanas, este indicador es importante porque mide el número de

talleres o capacitaciones en que han participado los productores. El valor óptimo de 100% correspondería a la participación en 3 o más talleres o capacitaciones.

Como puede apreciarse en el cuadro 20, los productores de ambos sistemas de producción tienen un bajo porcentaje de asistencia a talleres o capacitaciones, además, los talleres a los que han asistido sólo se remiten al manejo de fertilizantes y semillas híbridas con información muy técnica, sin el mínimo involucramiento del productor.

Cuadro 20. Medición del indicador talleres o capacitaciones.

Producción	Porcentaje
AT	6.6
AC	48.46

12. Nivel de conciencia ambiental

El nivel de conciencia ambiental que poseen los productores se midió en función de los aspectos que reconocieron, identificados con el deterioro del ambiente (Tamayo et al. 2020) y las prácticas que realizan en su producción de maíz. El valor establecido como óptimo fue de 4 aspectos o más.

El aspecto mayor reconocido fue el uso de agroquímicos vinculado a la contaminación del suelo, agua, aire y alimentos. También reconocen y están conscientes que el aumento en el uso de plaguicidas cada vez más tóxicos, ha favorecido la existencia de plagas y malezas que se hacen cada vez más resistentes. Cuatro productores, dos tradicionales y dos convencionales, mencionaron que la deforestación que realizan al establecer nuevos espacios de siembra favorece la erosión del suelo, lo que disminuye la fertilidad del mismo.

El cuadro 21 muestra el promedio de aspectos reconocidos por los productores como factores de deterioro del ambiente. Como puede observarse, la diferencia es mínima, ambos tipos de productores están conscientes de los efectos de sus prácticas de producción; por lo que este es un primer paso para generar una transición hacia prácticas sustentables.

Cuadro 21. Medición del indicador nivel de conciencia ambiental.

Producción	Número promedio de aspectos reconocidos	Porcentaje
AT	2.5	62.5
AC	2.38	59.62

3.2.4. Indicadores de equidad

13. Número de jornales asalariados

Este indicador social mide el porcentaje de mano de obra contratada en la producción de maíz, siendo representativo de la demanda de fuerza de trabajo generada en los sistemas analizados.

En los sistemas donde predomina el manejo tradicional del maíz la familia representa la mayor fuerza laboral. Los integrantes del núcleo familiar participan en la mayoría de las actividades agrícolas, desde la siembra hasta la cosecha; sólo durante la cosecha se contratan peones o jornaleros para la dobla, pizca y el transporte del grano hasta la casa del productor.

El cuadro 22 muestra el número de jornales contratados en cada uno de estos sistemas, el costo que conlleva y su porcentaje respecto al costo total por hectárea. El número promedio de jornales contratados para la producción de maíz fue de 16 jornales al año, que para el 60% de los productores representó más del 50% del costo total.

En los sistemas donde predomina el manejo convencional se realiza la contratación de jornales desde la preparación del terreno hasta la cosecha. La fuerza laboral familiar también realiza un porcentaje importante de las actividades productivas.

Cuadro 22. Medición del indicador mano de obra contratada en los agroecosistemas de manejo tradicional.

Productor	Jornales contratados por ha	Costo en mano de obra contratada (\$)	Porcentaje respecto al costo total por ha
1	29	4,275.00	67.62
2	8	1,650.00	47.36
3	29	5,700.00	62.50
4	7	1,440.00	42.05
5	30	5,400.00	61.02
6	8	1,388.57	26.74
7	17	3,450.00	77.57
8	12	2,400.00	23.46
9	8	1,233.33	64.86
10	11	2,280.00	64.96
Promedio	16	2,921.69	53.81

El cuadro 23 muestra el número de jornales contratados en cada uno de estos sistemas, el costo que conlleva y su porcentaje respecto al costo total por hectárea. En estos sistemas el promedio de jornales contratados fue de 46 por año. Para el 46% de los productores el costo en este rubro representó más del 50% del costo total de su producción. El 100% de los sistemas analizados realiza la contratación de jornales asalariados.

El número de jornales contratados es alto debido a que todo el proceso de producción del maíz se realiza de manera manual y va desde la siembra hasta la cosecha, pero es en el periodo de cosecha con la dobla, la pizca y el transporte de maíz en donde más se contratan jornales; por esta razón, la mano de obra empleada en ambas modalidades de producción representa un porcentaje importante del costo total.

Cuadro 23. Medición del indicador mano de obra contratada en los SMC.

Productor	Jornales contratados por ha	Costo en mano de obra contratada (\$)	Porcentaje respecto al costo total por ha
1	59	11,750.00	60.01
2	87	15,650.00	57.05
3	25	4,580.00	44.21
4	19	3,033.33	31.30
5	52	9,080.00	51.71
6	24	4,133.33	39.73
7	37	6,150.00	34.42
8	64	10,550.00	59.44
9	47	7,600.00	45.29
10	28	4,820.00	40.78
11	32	5,025.00	40.47
12	59	9,100.00	64.49
13	63	10,500.00	52.97
Promedio	46	7,843.97	47.84

En los SMT la mano de obra familiar empleada es más alta y los jornales contratados son más bajos respecto a los SMC, en parte porque las unidades familiares aún practican el “cambio de brazo” que es una práctica social realizada con familiares, vecinos, compadres y amigos consistente en el intercambio de fuerza de trabajo para la producción de maíz, situación que reduce costos en este rubro.

3.2.5. Indicadores de autodependencia (autogestión)

14. Acceso a créditos

En los SMT los productores no accedieron a ningún tipo de crédito para cubrir los gastos de producción. En los SMC el 54% de los productores obtuvo un préstamo para cubrir gastos del cultivo de granos. El acceso a créditos de bancos o prestamistas es visto como factor negativo, para muchos productores el pago de intereses es excesivo ya que fluctúan del 10 al 15%.

15. Organización social

De acuerdo con los resultados de este indicador social, los productores tradicionales no pertenecen a alguna organización social, ni se organizan de manera informal para la obtención de beneficios en la producción de maíz.

De los 10 productores tradicionales, cuatro siembran en parcelas rentadas, tres siembran en pequeñas parcelas ejidales pero sin el derecho agrario por desacuerdos en la repartición de tierras entre hermanos, los otros tres tienen pequeñas parcelas que les han cedido solo de palabra pues sus padres son reconocidos como los únicos ejidatarios.

Por otro lado, de los productores convencionales tres siembran en parcelas rentadas, 3 en parcelas que les han sido cedidas solo de palabras, los otros siete son ejidatarios y comuneros, de estos últimos, sólo 5 dijeron pertenecer a una organización formal que les apoya en la venta de maíz híbrido, compra de insumos agrícolas a menor precio y obtención de apoyos gubernamentales.

16. Grado de satisfacción del agricultor

Para la medición de este indicador se establecieron los siguientes valores: 1 es igual a insatisfecho (0%), 2 a medianamente satisfecho (50%) y 3 Satisfecho (100%).

De acuerdo a datos obtenidos del cuestionario, el grado de satisfacción de los productores dado los resultados de su producción en los SMT, éste se encuentra por debajo del 50% ya que según los valores establecidos corresponde al estatus de medianamente satisfecho. Esto es así porque consideran que el rendimiento es bajo considerado con años anteriores; para resolver este problema han optado por el aumento en el uso de fertilizantes, lo que aumenta los costos de producción a quienes no reciben el apoyo en fertilizantes.

Para los productores en cuyo sistema predomina el manejo convencional, el grado de satisfacción fue de 57.69%. Los productores, cuyo rendimiento fue de 3 a 4 toneladas por hectárea, consideran que el rendimiento debe ser mayor por el uso

del maíz híbrido, además, aceptan que el alto costo de producción los induce a solicitar préstamos que terminan reduciendo significativamente sus ingresos.

17. Índice de Seguridad Alimentaria Familiar (ISAF)

Para Damián y Toledo (2016) el maíz forma la base de la Seguridad Alimentaria Familiar (SAF).

El cuadro 24 muestra el ISAF calculado de cada UPF tradicional, así como el porcentaje de maíz destinado al autoconsumo. El 50% no tiene seguridad alimentaria, su producción total no cubre la cantidad de consumo necesaria para cumplir los requerimientos alimentarios anuales de la unidad familiar. Este resultado puede explicarse debido a la pequeña superficie con la que cuenta para sembrar, aunado a un bajo rendimiento en comparación con el obtenido en los otros SMT.

La baja producción de maíz es compensada con la producción de los otros cultivos asociados al maíz, como la semilla de calabaza, que puede ser intercambiada por productos alimenticios o comercializada para la obtención de ingresos que cubran la cantidad faltante de maíz. En promedio, más del 80% de la producción total de maíz obtenida en estas UPF es destinada al autoconsumo.

Cuadro 24. ISAF de cada UPF tradicional.

UPF (tradicionales)	Índice de Seguridad Alimentaria Familiar (ISAF)	Porcentaje de maíz destinado al autoconsumo
1	0.28	100
2	0.56	100
3	1.40	71.43
4	1.12	89.29
5	0.42	100
6	1.40	71.43
7	0.63	100
8	0.18	100
9	2.52	39.68
10	2.10	47.62
Promedio	1.06	81.95

El cuadro 25 muestra el ISAF calculado de cada UPF convencional, así como el porcentaje de maíz destinado al autoconsumo.

Todas poseen seguridad alimentaria en maíz. La superficie con la que cuentan para sembrar va de una a dos hectáreas y el rendimiento del maíz híbrido es bueno. El porcentaje promedio de maíz destinado al autoconsumo en estas UPF es del 23.73% de la producción total.

En los SMC se reduce cada vez más la cantidad de cultivos asociados al maíz, por lo que la adquisición de otros productos para su alimentación representa una disminución sustancial de sus ingresos obtenidos por la venta del maíz.

Cuadro 25. ISAF calculado para cada UPF convencional.

UPF (convencionales)	Índice de Seguridad Alimentaria Familiar (ISAF)	Porcentaje de maíz destinado al autoconsumo
1	12.00	8.33
2	3.20	31.25
3	4.80	20.83
4	4.80	20.83
5	2.64	37.88
6	3.07	32.55
7	16.80	5.95
8	2.88	34.72
9	8.64	11.57
10	3.60	27.78
11	3.84	26.04
12	4.48	22.32
13	3.52	28.41
Promedio	6	23.73

El alcance de la seguridad y autosuficiencia alimentaria es fundamental en el logro de una agricultura sustentable, por lo que es preciso trabajar en prácticas agroecológicas que optimicen el espacio y mantengan un rendimiento aceptable a largo plazo.

3.3. Evaluación MESMIS

Para la integración de los resultados obtenidos, en cada indicador se elaboró un gráfico amiba que permite identificar a simple vista los aspectos críticos de ambos agroecosistemas, y la detección de aquellos que necesitan ser fortalecidos. A cada indicador se le asignó un valor de 0 a 100, donde 0 corresponde al peor valor y el 100 corresponde al valor óptimo que debería tener el agroecosistema.

Para el caso de indicadores del empleo de plaguicidas, de fertilizantes, y plagas y enfermedades, así como el acceso a créditos, la evaluación es a la inversa; es decir, a menor valor del indicador el nivel de sustentabilidad es mayor, por lo que los datos se adecuaron para que los valores deseados quedaran ubicados en la periferia.

En los indicadores relativos al grado de diversidad de especies agrícolas, comercialización y talleres o capacitaciones, se les asignó el siguiente valor 1 = 33, 2 = 66 y 3 o más = 100. A los indicadores variedades de maíz, diversidad temporal y grado de satisfacción del productor se les ubica en una escala de 1 = 0, 2 = 50 y 3 = 100. En el indicador de nivel de conciencia ambiental, a cada aspecto reconocido por el productor como el relacionado al deterioro ambiental, se le asignaron 25 puntos. Los indicadores cuantitativos se trabajaron a través de porcentajes.

Los valores óptimos se ubican en la periferia con 100%; los que necesitan ser fortalecidos están por arriba del 50% y los valores críticos se muestran por debajo de 50%. El cuadro 26 muestra el criterio considerado para establecer el valor óptimo de cada indicador medido en ambos sistemas de producción.

La figura 5 muestra, según la evaluación realizada mediante la metodología MESMIS, el resultado obtenido por indicador de los agroecosistemas en el manejo campesino de producción de maíz en Cuanacaxtlán.

Cuadro 26. Equivalencia de resultados para el gráfico amiba.

Indicadores	Tradicional (%)	Convencional (%)	Óptimo (100%)	Criterio para el óptimo
1. Rendimiento	1.51 (50.99)	5.88 (100)	2.5	INIFAP, 2007
2. Relación B/C	2.24 (100)	2.16 (96.42)	2.24	BC= IT/CT. Valor máximo (Maserá y López, 2005)
3. Empleo de plaguicidas	0 (0)	0(0)	2	2 = no utilizo 100%
4. Empleo de fertilizantes	0 (0)	0(0)	2	2 = 100% abonos orgánicos
5. Plagas y enfermedades	0.6 (60)	0(0)	1	Porcentaje de productores que no presentaron afectaciones por plagas 1 = no afectaciones 100%
6. Uso de variedades de maíz	2 (100)	0(0)	2	2 = maíz criollo 100%
7. Grado de diversidad de especies agrícolas	3 (100)	1.23 (38.15)	3	Debe haber al menos 3 especies diferentes y al menos una de ellas leguminosa (Maserá y López, 2005)
8. Diversidad temporal	0.6 (30)	1.12 (55.77)	2	2= Plan de manejo de rotación de cultivos 100%
9. Ingreso por otros Cultivos	42.21 (100)	5.08 (16.66)	30	30% de ingreso por especies diferentes al maíz (Maserá y López, 2005) índice de diversidad del ingreso (ingreso adicional / ingreso total)
10. Canales de Comercialización	1 (33)	1.38 (43.15)	3	≥3 canales de comercialización 100%
11. Talleres o capacitaciones	0.2 (6.6)	1.46 (48.46)	3	≥ 3 talleres o capacitaciones 100%
12. Nivel de conciencia ambiental	2.5 (62.5)	2.38 (59.62)	4	Reconocimiento de aspectos relacionados con el deterioro ambiental: 4 = 100% (Tamayo et al. 2004)
13. Número de jornales asalariados	16 (34.78)	46 (100)	46	Análisis a partir de los CP. Máxima contratación de jornales ha (Brunett, 2004)
14. Acceso a créditos	1 (100)	0.46 (46.15)	1	1 = No obtuvo créditos 100%
15. Organización formal o informal	0 (0)	0.38 (38.46)	1	1= si pertenece a una organización 100%
16. Grado de satisfacción del agricultor	0.8 (40)	1.15 (57.69)	2	2 = Totalmente satisfecho 100%
17. Índice de seguridad Alimentaria Familiar	1.06 (100)	6 (100)	1	≥ 1 ((Rendimiento) (Superficie Sembrada)/Número Miembros Familiares)/182.50 (Flores et al., 2015) (Damián y Toledo, 2016)

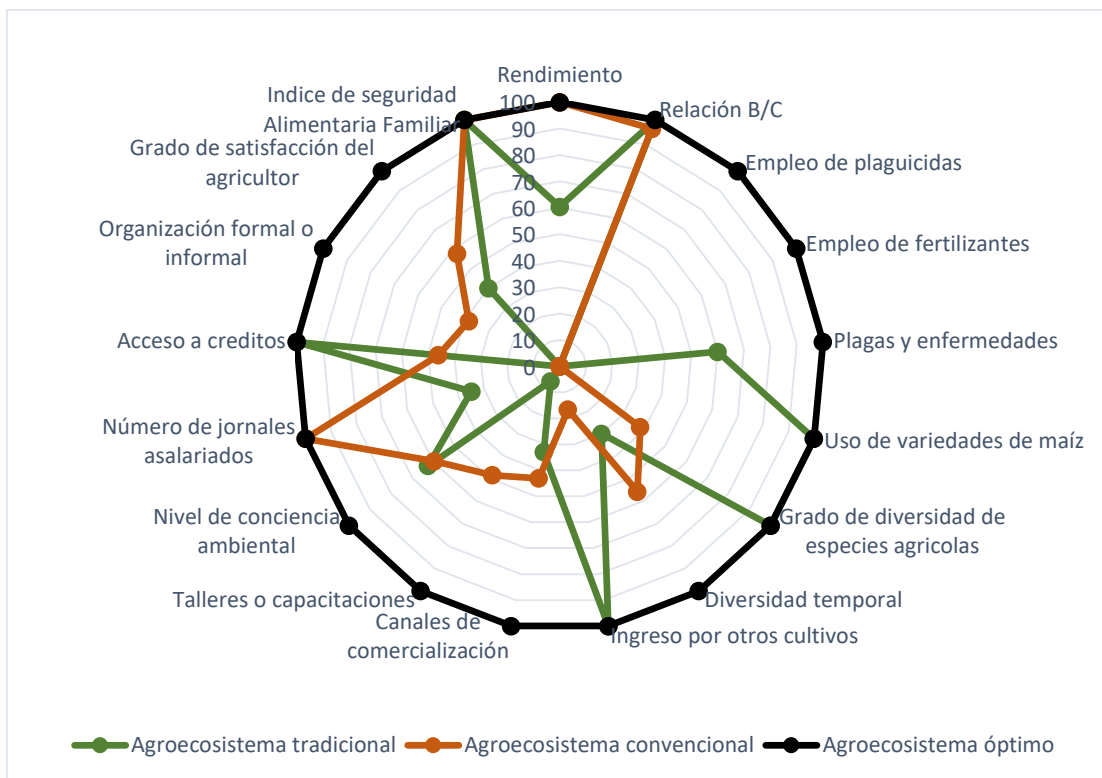


Figura 5. Diagrama de amiba para la comparación de indicadores de sustentabilidad para dos sistemas de manejo de maíz en Cuanacaxtitlán.

3.4. Discusión

A continuación se realiza un análisis de los resultados obtenidos por atributo de sustentabilidad en los sistemas donde predomina el manejo tradicional (SMT) y convencional (SMC).

Productividad

Los sistemas analizados tienen como principal objetivo cubrir los requerimientos anuales de maíz en las unidades familiares. Esta es una característica que distingue al modelo de producción campesino (Toledo y Barrera-Bassols, 2008). En los agroecosistemas donde predomina el manejo convencional también se busca la comercialización de los excedentes.

El SMC presenta mayor rendimiento de grano pero refleja una relación beneficio/costo menor, esto debido a que el SMT obtiene ingresos importantes de

las especies asociadas al maíz. La milpa es una estrategia campesina que influye en el mejoramiento de la rentabilidad de la producción, además, la obtención de alimentos variados reduce los riesgos ante cambios externos (Altieri y Toledo 2010).

El SMC, con respecto a los SMT, presenta mayores costos de producción debido al gasto que representa la mano de obra contratada y a la mayor dependencia de insumos externos. Este dato coincide con lo reportado por Astier *et al.* (2005) desde la Región Purhépecha del estado de Michoacán en su estudio comparativo entre agroecosistemas campesinos de maíz, cuyos resultados muestran que la compra de insumos y el pago de jornales son los gastos más fuertes en el sistema comercial.

Para Altieri y Toledo (2010) la dependencia del sistema agrícola campesino respecto al uso cada vez más creciente de insumos de síntesis industrial, eleva los costos de producción disminuyendo la rentabilidad, siendo este el factor que determina la expulsión del campesino del mercado al no poder competir con los bajos precios del producto que éste oferta.

En Cuanacaxtitlán este hecho es más evidente, ya que en ambos sistemas productivos se hace uso excesivo de herbicidas que aumentan los costos. La obtención de créditos en los SMC para cubrir la compra de insumos, aunado al bajo precio que pagan los intermediarios por el maíz, son factores que menguan la rentabilidad del cultivo.

En los SMT los productores consideran que el rendimiento de maíz criollo es bajo, considerado con años anteriores, por lo que han aumentado el uso de fertilizantes y herbicidas. Para productores que no reciben apoyo en fertilizantes, este rubro representa un gasto importante.

El subsidio en fertilizantes industriales genera dependencia del campesino a estos insumos (FAO, 2003). La fertilización en los sistemas analizados es desbalanceada, en algunos sistemas se aplica en exceso y en otros es insuficiente. En este contexto, es necesario administrar y mejorar el uso de los insumos utilizados, lo que puede incidir positivamente en la rentabilidad del cultivo.

El rendimiento promedio obtenido en el SMT es 40% menor al rendimiento esperado en la región según INIFAP (2007). Este resultado puede explicarse por el uso de semillas criollas, las cuales tuvieron un rendimiento promedio menor respecto a las semillas híbridas dependiendo de las características edafoclimáticas de cada agroecosistema.

En la relación beneficio costo, el 20% de los productores tuvo pérdidas en el año medido a causa de factores como el bajo rendimiento, aumento en los costos por mano de obra contratada, compra de agroquímicos y bajo precio del maíz; este tuvo un precio promedio de \$ 5.37 el kilogramo, redundando en poco más de cinco mil pesos la tonelada. El ingreso por otros cultivos compensó la baja producción de maíz.

Es necesario puntualizar que el bajo rendimiento en estos sistemas puede estar asociado a la intensidad en el manejo del suelo, y a que no se realizan rotaciones de cultivo ni se aplica materia orgánica, además existe una fertilización desbalanceada en cada ciclo de producción.

Flores *et al.* (2011) reportaron tendencias similares de bajo rendimiento en dos comunidades de la Costa Chica, los resultados encontrados indican que la ineficiencia del uso de recursos en el manejo del cultivo ha favorecido un desbalance nutricional. La aplicación superficial de fertilizante en pendientes pronunciadas posibilita la pérdida por escurrimiento, y la escasa existencia de materia orgánica favorece la lixiviación de nutrientes, aunado a la acidez del suelo que limita el flujo de nutrientes afectando directamente el rendimiento. La ausencia de potasio en los paquetes de fertilizantes subsidiados favorece este desequilibrio de nutrientes.

Por tanto, la atención debe centrarse en la eficacia en el control de malezas y uso correcto de fertilizantes. Para corregir la acidez del suelo puede ser viable la aplicación de materia orgánica debido a que aumenta el pH del suelo a largo plazo (Flores *et al.*, 2011).

Estabilidad, resiliencia y confiabilidad

El SMT presenta menos riesgo al hacer un alto uso de diversas variedades de maíz criollo asociándolo a tres o más cultivos. El ingreso adicional por otros cultivos les representa un porcentaje importante.

El uso de semillas criollas presenta ciertas ventajas respecto a las semillas híbridas, se encuentran adaptadas al lugar donde son cultivadas, son resistentes a plagas y enfermedades de la región, su producción no representa altos costos debido a que las semillas pueden utilizarse en el siguiente ciclo, además se encuentran ligadas a la cultura de las comunidades (Grupo semillas, 2018), por lo que su conservación es muy importante.

En los SMC se ha perdido la semilla criolla y solo siembran semillas híbridas en asociación con un solo cultivo. El uso de variedades mejoradas resulta en la erosión de las variedades nativas, que por sus características se encuentran adaptadas a las condiciones locales (Altieri y Nicholls, 2020).

La simplificación de la diversidad en los SMC ha favorecido la alta incidencia de plagas y enfermedades del cultivo, requiriendo la aplicación de insecticidas y también fertilizantes industriales. La simplificación de la diversidad, por ende, es una de las tantas afectaciones causadas por la implementación de prácticas propias de la agricultura moderna en comunidades rurales.

Para Toledo (2017) el proceso de modernización en poblaciones campesinas desplaza su forma de vida sustituyéndola por la especialización en todas sus dimensiones, con orientación exclusiva de la producción al mercado.

De acuerdo a Vía Campesina (2003), el abandono de prácticas tradicionales como la milpa es una consecuencia de la implementación de políticas neoliberales que defienden el interés de empresas transnacionales y de las grandes potencias antes que proteger la alimentación de los pueblos.

En Cuanacaxtitlán los sistemas agrícolas campesinos que utilizan técnicas de producción convencionales reducen cada vez más los cultivos asociados al maíz,

su dieta alimenticia es sustituida por productos provenientes del mercado, que solo pueden adquirir poniendo a la venta su propio producto.

A pesar que los SMC tienen el índice más alto de seguridad alimentaria en maíz y dada la buena rentabilidad del cultivo, tienen la capacidad económica de adquirir otros productos alimenticios; mientras la dependencia excesiva de alimentos comprados fuera de la UPF puede generarles inseguridad alimentaria debido a fluctuaciones de precios y a la disponibilidad de productos. La autosuficiencia alimentaria de la comunidad se ve afectada, pues se pierde la capacidad que se tiene para satisfacer necesidades alimenticias mediante la producción local.

Adaptabilidad

La escasa capacitación recibida por los productores está orientada exclusivamente al uso de insumos de síntesis industrial. Existen muchos factores que explica el por qué esta información no es recibida adecuadamente por los productores, entre ellas, que un porcentaje importante habla solo mixteco y se le dificulta entender las indicaciones dadas; por otro lado no se toma en cuenta el tiempo y la disponibilidad de los productores, además de que las sesiones son muy teóricas en el manejo técnico de la información y sin ningún respaldo práctico, por lo que los productores prefieren seguir usando el recurso de la manera como lo aprendieron de sus antecesores.

El manejo inadecuado de estos recursos contribuye a aumentar los costos de producción y las deficiencias nutricionales en el suelo. Por otra parte, los productores de ambos sistemas de producción reconocen la contribución de las prácticas convencionales en la contaminación de sus recursos, lo que sustenta su decisión al cambio en sus prácticas agrícolas.

Equidad

El número de jornales asalariados utilizados en el proceso productivo del maíz es alto en los sistemas analizados, lo que representa una fuente de empleo en la comunidad. En el 50% de los sistemas el gasto en este rubro representa más del

50% de los gastos totales, la mano de obra limitada debido a la migración predispone salarios cada vez más altos pasando de \$150-\$200 a \$400-\$450, lo que aumenta los costos disminuyendo significativamente los ingresos netos obtenidos por el productor. La dependencia de mano de obra externa pone en desventaja al sistema campesino, estableciéndose una relación inequitativa de costos y beneficios con la sociedad.

En las UPF analizadas, la mujer enfrenta un exceso de trabajo en relación a las actividades agrícolas del sistema, ya que además de la elaboración y transporte de los alimentos apoya en el acarreo de agua para fumigar y realiza la extracción y lavado de semillas de calabaza.

Esta participación es pasiva con relación a la toma de decisiones sobre que producir y como producirlo, ya que son los productores varones quienes toman decisiones en torno al manejo de recursos, y son ellos los encargados de la venta de los excedentes de la producción donde las mujeres no obtienen algún porcentaje de los ingresos obtenidos.

La participación pasiva de la mujer en los sistemas está relacionado al aprovechamiento máximo de la fuerza laboral familiar. Es necesario el involucramiento de la mujer en las decisiones y beneficios del sistema productivo ya que, por ejemplo, en los SMT son las mujeres las encargadas de la selección de las semillas para el nuevo ciclo productivo.

Las innovaciones en la agricultura afectan de manera diferente a mujeres y hombres, frecuentemente han contribuido a aumentar la desigualdad social y de género (Beuchelt, 2016). En el caso de Cuanacaxtlán, el uso de herbicidas ha significado una disminución de esfuerzo en el deshierbe manual para los productores, pero ha tenido un efecto negativo en la sobrecarga de trabajo para las mujeres quienes son las encargadas de trasladar el agua para la aspersión.

Para evitar estas compensaciones negativas, o convertirlas en oportunidades, la búsqueda de beneficios equitativos entre géneros debe ser un

objetivo implícito durante todo el proceso de un programa de innovación (Beuchelt, 2016).

Autogestión

En los SMC más del 50% de los productores adquirieron préstamos debido a los altos costos de producción, esta dependencia de recursos financieros reduce el ingreso neto adquirido. En el caso de los SMT no se adquirieron préstamos debido a que los costos de producción son menores.

En los SMC el grado de satisfacción con la producción obtenida es ligeramente mayor que en los SMT, los productores consideran que por sembrar maíz híbrido el rendimiento debe ser mucho mayor. Existe una desinformación entre los productores respecto al maíz híbrido, el cual muestra su mayor potencial productivo en condiciones edafoclimáticas óptimas, por lo que es de esperarse que en suelos con pendientes pronunciadas y nutrición desbalanceada este rendimiento sea menor.

La participación en organizaciones es muy baja en ambos tipos de agroecosistemas, lo cual puede estar relacionado a la fuerte influencia que ejercen los partidos políticos existentes en la comunidad. La escasa organización entre los productores disminuye sus posibilidades de mejora en el proceso productivo del maíz, así como en la adquisición de insumos a un mejor precio y a la capacitación en el uso correcto de otras herramientas de trabajo.

Para la mayoría de los productores, la venta de maíz a intermediarios es la única manera con la que cuentan para comercializar sus excedentes. Promover procesos organizativos entre los productores es importante para buscar nuevos canales de comercialización en especial para el maíz criollo.

En el contexto de transición agroecológica la participación en una organización es fundamental para la aplicación de prácticas y saberes agroecológicos (Lazos, 2011).

El SMC presenta mayores valores en el ISAF, un porcentaje menor al 25% es destinado al autoconsumo. En los SMT más del 80% de la producción total es

destinada al autoconsumo, el 50% no tiene seguridad alimentaria, este dato corresponde a lo reportado por Damián *et al.* (2013) en Cohetzala, Puebla, México, donde la mayoría de los productores maiceros no tienen SAF. En Cuanacaxtitlán el bajo nivel de SAF en los SMT puede explicarse por los bajos rendimientos obtenidos y la pequeña superficie sembrada.

El SMT aparece como más sustentable en 7 de los 18 indicadores medidos y el SMC en 8, en otros dos indicadores ambientales obtuvieron el mismo valor. El SMT obtuvo valores óptimos en 6 indicadores, 3 que necesitan ser fortalecidos y 8 en estado crítico, el SMC obtuvo valores óptimos en 3 indicadores, 4 que necesitan ser fortalecidos y 10 en estado crítico. El SMT presenta mayor sustentabilidad en la dimensión ambiental y económica, el SMC es más sustentable en la dimensión social.

Los sistemas de manejo tradicional del maíz son ligeramente más sustentables que los sistemas que presentan predominancia en el manejo convencional. Estos resultados concuerdan con lo encontrado por Sánchez *et al.* (2014) y Sánchez y Romero (2018), quienes en sus respectivos estudios comparativos encontraron como más sustentable el manejo tradicional del maíz en comparación con el manejo en transición agroindustrial, esto dados los beneficios socioeconómicos y ambientales de la siembra en policultivo.

Los SMC son agroecosistemas mixtos donde aún subsisten prácticas tradicionales como la asociación de cultivos, rotación y deshierbe manual en la preparación del terreno en algunos casos. Estos sistemas iniciaron la siembra de maíz híbrido como una estrategia de adaptación e innovación en la producción de maíz, ante las exigencias del mercado así como medio para mejorar la rentabilidad del cultivo.

Este último objetivo no se ha logrado pues la rentabilidad del SMC respecto al SMT es similar. Las desventajas que se han presentado en este sistema alternativo van desde la pérdida total de semillas nativas utilizadas por los productores, como lo es el maíz tecomache o cuarenteño, hasta la disminución en la asociación de cultivos y mayor incidencia de plagas.

En ambos tipos de agroecosistemas se presentaron dos indicadores críticos importantes: el uso de fertilizantes y plaguicidas; estos indicadores influyen en el rendimiento y los costos de producción, razón por la que es preciso trabajar en el manejo correcto de estos insumos.

3.5. Plan de Acción Integral para los sistemas campesinos de producción de maíz en Cuanacaxtitlán, Guerrero

Fase II: Planificación

En esta segunda parte de la fase II de la metodología se cumplió con lo establecido en el primer objetivo específico, y se avanzó con el segundo que plantea diseñar un plan de acción integral aplicable a los sistemas agrícolas campesinos de Cuanacaxtitlán.

El día 05 de abril de 2021 se realizó un taller con los productores, el objetivo fue presentarles el resultado de la evaluación de sustentabilidad de cada sistema de producción y la identificación de acciones que mejoren la sustentabilidad de la producción de maíz. Las actividades dieron inicio a la 4:00 pm con presencia de 13 productores: 5 productores tradicionales y 8 productores convencionales.

Como introducción al taller, y mientras se esperaba a los productores que aún no habían llegado, se mencionó el objetivo e importancia del proyecto para los productores, así como la conveniencia de la organización y la factibilidad de constituir la formalmente; ante tal propuesta los productores se mostraron dispuestos a participar.

Como primer punto se presentaron resultados de evaluación de la sustentabilidad de los sistemas de producción de maíz con ayuda de la gráfica amiba, que fue fácil de entender para los productores. Una vez identificados los aspectos débiles, y los que deben ser reforzados del proceso productivo del maíz para cada sistema de manejo, se estableció la línea base y la meta a la que se aspira alcanzar. Posteriormente se procedió a realizar lluvia de ideas sobre las posibles acciones a llevar a cabo. Estas ideas fueron surgiendo a través de las

reflexiones que los productores fueron haciendo a partir de las prácticas que ordinariamente realizan.

Esta dinámica se realizó entre los presentes aunque hicieron falta 10 productores, pero no se integraron los equipos como se tenía planeado inicialmente. Primero se trabajó con el plan de acción para los sistemas con predominio de manejo tradicionales, posteriormente con el PAI para los sistemas de manejo convencional dominante.

El Sr. Lucino Solano y el Profesor Pedro Niceno conocían de antemano el tema por cursos tomados sobre prácticas agrícolas ecológicas en la localidad de Tierra Colorada, municipio de Malinaltepec. Estos productores fueron quienes propusieron y explicaron a los demás varias de las propuestas planteadas. Haciendo a un lado términos técnicos, los productores reconocen por ejemplo que la siembra de calabaza en asociación con el maíz disminuye el brote de maleza, y que el rastrojo dejado en el campo ayuda a conservar la humedad del suelo.

Las acciones factibles a realizar estuvieron orientadas en reducir la dependencia de insumos externos, conservar los recursos naturales, promover la biodiversidad como eje central para aumentar la resiliencia de los agroecosistemas y, sobre todo, mejorar la rentabilidad económica-social de la producción, objetivos propios de la agricultura sustentable.

La agroecología, como enfoque de la agricultura sustentable, plantea que es necesario entender las relaciones y procesos ecológicos que ocurren en el agroecosistema para lograr un manejo sustentable del mismo. Para ello provee cuatro principios ecológicos centrados en el reciclaje para optimizar el flujo de nutrientes, adición de materia orgánica para el mejoramiento de las propiedades del suelo, minimizar las pérdidas de los recursos naturales mediante prácticas agroecológicas y, como eje medular, promover los procesos y servicios ecológicos del agroecosistema mediante el aumento de la diversidad específica y genética en el tiempo y el espacio. Estos principios pueden ser aplicados mediante técnicas de manejo agroecológico como compostas, barreras vivas, acolchado, franjas en

contorno, abonos verdes, terrazas, policultivos etc., las cuales tienen impactos positivos en más de un proceso ecológico (Altieri y Nicholls, 2000).

En el cuadro 27 se enlistan las posibles acciones propuestas, en conjunto con los productores, para la mejora de los aspectos: control de maleza, fertilización, disponibilidad de semillas, biodiversidad y comercialización en los sistemas donde predomina el manejo convencional del proceso productivo del maíz.

Cuadro 27. Actividades propuestas en conjunto con los productores para los SMC.

Aspecto débil o deficiente	Línea base	Meta	Actividades propuestas en conjunto con los productores
Control de maleza	-Alto uso de herbicidas que elevan los costos de producción.	-Aplicación focalizada de herbicidas en dosis apropiadas.	-Uso de herbicidas recomendados de menor efecto residual y baja toxicidad al ambiente. -Aplicación de dosis adecuadas. -Deshierbe manual. -Siembra de cultivos de cobertura. -Incorporación de acolchado.
Fertilización	-Alto uso de fertilizantes industriales.	-Fertilización 100% orgánica. -Restauración y conservación del suelo. -Mantener la productividad del suelo a largo plazo.	- Manejo correcto del fertilizante en dosis adecuadas. -Fertilización fraccionada órgano mineral. -Elaboración de abonos orgánicos mediante compostas, bocashi y lombricomposta. -Siembra de leguminosas fijadoras de nitrógeno. -Evitar la quema de materia orgánica para que esta pueda ser aprovechada por el suelo.
Disponibilidad de semillas	-Alto uso de maíz híbrido. -Pérdida del maíz criollo.	-Rescate de semillas locales.	-Volver a sembrar maíz criollo por lo menos en el solar de la casa. - Rescate del maíz Cuarenteño o Tecomache.
Biodiversidad	-De baja a nula diversidad. -Siembra en monocultivo.	-Incrementar la biodiversidad.	-Recuperar la diversidad asociada. -Rotaciones de cultivos secundarios. -Incrementar el uso de especies locales para delimitar parcelas.
Comercialización	Bajo número de canales de comercialización.	-Diversificación en comercialización que mejoren el precio y distribución de los productos agrícolas.	- Integración de una organización que tenga entre sus acciones la búsqueda de nuevos canales de comercialización.

El cuadro 28 muestra las acciones propuestas para los aspectos: control de plagas y enfermedades, capacitación, participación de la mujer y organización en los SMC.

Cuadro 28. Actividades propuestas en conjunto con los productores para los SMC.

Aspecto débil o deficiente	Línea base	Meta	Actividades propuestas en conjunto con los productores
Control de plagas y enfermedades	-Perdidas en producción por la alta incidencia de plagas y enfermedades.	-Control de plagas y enfermedades por debajo del umbral económico. -0% de plaguicidas sintéticos. -fortalecimiento de la biodiversidad	-Monitoreo de plagas y enfermedades para lograr una reducción de la aplicación de plaguicidas. - Aplicación focalizada de plaguicidas en las dosis recomendadas. -Elaboración de insecticidas y fungicidas a base de plantas o minerales para el control de plagas y enfermedades. -Generar un manual de dosis y aplicaciones por tipo de cultivo tomando en cuenta los conocimientos tradicionales de los productores. - Uso de cultivos atrayentes y cultivos trampa para el control de insectos plaga. -Siembra en policultivos. -Aumentar las barreras vivas alrededor de las parcelas.
Capacitación	-Baja capacitación.	-Capacitación del productor en técnicas y prácticas agroecológicas. -Propiciar el dialogo de saberes entre pares. -Concientización ambiental.	-Buscar la vinculación con centros de enseñanza sensibles a la aplicación de la agroecología como alternativa para la producción de alimentos. - Establecer contacto con organizaciones campesinas que estén en transición agroecológica para el intercambio de experiencia.
Participación de la mujer	-Participación pasiva.	Participación activa de la mujer en la toma de decisiones en la producción y comercialización.	-Revalorar la participación de la mujer en las actividades agrícolas. -Involucrarlas en el proceso de transición y tomar en cuenta su opinión.
Organización	Baja organización	-Crear una organización local que fomente el manejo agroecológico de los recursos.	Establecimiento de una organización campesina que trabaje en la producción sustentable de alimentos, agroecología y la conservación de semillas locales.

El cuadro 29 muestra las acciones propuestas para la mejora de los aspectos: control de plagas y enfermedades, rendimiento y fertilización en los sistemas donde predomina el manejo tradicional del proceso productivo del maíz.

Cuadro 29. Actividades propuestas en conjunto con los productores para los SMT.

Aspecto débil o deficiente	Línea base	Meta	Actividades propuestas en conjunto con los productores
Rendimiento	-Bajo rendimiento en la producción de maíz y frijol.	-Mantener rendimientos que permitan satisfacer las necesidades alimenticias de las familias. -restauración y conservación del suelo.	-Aplicación de abonos orgánicos 15 días antes de la siembra, elaborados mediante compostas, bocashi y lombricomposta. -Siembra de abonos verdes antes de la siembra de cultivos. -Siembra de leguminosas para la fijación de nitrógeno. -Evitar la quema de materia orgánica para que esta pueda ser aprovechada por el suelo. -Técnicas de conservación del suelo como zanjas de infiltración y curvas de nivel.
Fertilización	-Uso desbalanceado de fertilizantes.	-Fertilización 100% orgánica. -Mantener la productividad del suelo a largo plazo.	- Manejo correcto del fertilizante en dosis adecuadas. -Fertilización fraccionada órgano mineral. -Elaboración de abonos orgánicos mediante compostas, bocashi, lombricomposta y siembra de abonos verdes. -Siembra de leguminosas fijadoras de nitrógeno para reemplazar paulatinamente los fertilizantes nitrogenados. -Máxima asociación de cultivos.
Control de plagas y enfermedades	-baja incidencia de plagas y enfermedades.	-Control de plagas y enfermedades por debajo del umbral económico. -0% de plaguicidas sintéticos. -Fortalecimiento de la biodiversidad.	-Monitoreo de plagas y enfermedades para su control óptimo. -Elaboración de insecticidas y fungicidas a base de plantas o minerales para el control de plagas y enfermedades. - Uso de cultivos atrayentes y cultivos trampa para el control de insectos plaga. -Aumentar las barreras vivas alrededor de las parcelas.

El cuadro 30 muestra las acciones propuestas para la mejora de los aspectos: control de maleza, comercialización, capacitación, participación de la mujer y organización en los SMT.

Cuadro 30. Actividades propuestas en conjunto con los productores para los SMT.

Aspecto débil o deficiente	Línea base	Meta	Actividades propuestas en conjunto con los productores
Control de maleza	-Alto uso de herbicidas que elevan los costos de producción.	0% de herbicidas	-Control manual. -Siembra de cultivos de cobertura. -Incorporación de mulch.
Comercialización	-Bajo número de canales de comercialización.	-Diversificación en comercialización que mejoren el precio y distribución de los productos agrícolas.	-Integración de una organización que tenga entre sus acciones la búsqueda de nuevos canales de comercialización. -Establecer contacto con establecimientos y consumidores que valoren la producción de maíz criollo.
Capacitación	-Baja capacitación.	-Capacitación del productor en técnicas y prácticas agroecológicas. -propiciar el dialogo de saberes entre pares. -Concientización ambiental.	- Buscar la vinculación con centros de enseñanza sensibles a la aplicación de la agroecología como alternativa para la producción de alimentos. - Establecer contacto con organizaciones campesinas que estén en transición agroecológica para el intercambio de experiencia.
Participación de la mujer	-Participación pasiva.	-Participación activa de la mujer en la toma de decisiones en la producción y comercialización.	-Revalorar la participación de la mujer en las actividades agrícolas. -Involucrarlas en el proceso de transición y tomar en cuenta su opinión.
Organización	-Baja organización.	- Crear una organización local que fomente el manejo agroecológico de los recursos.	-Establecimiento de una organización campesina que trabaje en la producción sustentable de alimentos, agroecología y la conservación de semillas locales.

Las actividades listadas en los cuadros 27, 28, 29 y 30 son acciones a corto, mediano y largo plazo que corresponden a distintas etapas de la transición

agroecológica; la meta establecida es el valor óptimo que se aspira alcanzar en los aspectos críticos encontrados en la evaluación de la sustentabilidad de los sistemas de manejo.

El primer nivel de la transición agroecológica consiste en mejorar el uso de insumos y prácticas según Gliessman (2007). En los 23 sistemas analizados se presentan deficiencias en el uso de herbicidas y fertilizantes, por lo que las acciones respecto al uso correcto de estos insumos corresponderían a esta etapa. En el caso de los herbicidas se plantea sólo utilizar aquellos de menor efecto residual y baja toxicidad al ambiente y en dosis recomendadas. En cuanto al uso de fertilizantes, es importante mejorar las dosis y formas de aplicación para evitar pérdidas o caer en la aplicación excesiva, siendo necesario realizar análisis de suelo para determinar las cantidades correctas de fertilización.

En esta etapa también se implementan prácticas para la conservación del suelo. Aunque no se realizó un análisis de la fertilidad del suelo en los sistemas analizados, el manejo que se reporta puede incidir en una situación de degradación de los terrenos. Las acciones planteadas en este aspecto fueron: evitar la quema de materia orgánica para que pueda ser aprovechada por el suelo, rotación de cultivos secundarios, zanjas de infiltración, curvas a nivel e incremento de barreras vivas alrededor de las parcelas. Es necesario realizar un análisis de la fertilidad del suelo.

La segunda etapa de la transición consiste en la sustitución de prácticas e insumos convencionales por prácticas agroecológicas. En esta etapa entrarían las actividades planteadas como elaboración de abonos orgánicos mediante lombricomposta y bocashi, elaboración de insecticidas y fungicidas a base de plantas o minerales para el control de plagas y enfermedades, siembra de leguminosas, propiciar eventos de intercambio de semillas y conocimiento con las comunidades vecinas, promover feria de semillas nativas, etc.

En la etapa tres, que consistió en el rediseño del agroecosistema, se propuso la recuperación de la diversidad asociada, promover la rotación de cultivos y aumentar las barreras vivas alrededor de las parcelas. En la etapa 4, la cual

consistió en instituir un vínculo entre productores y consumidores, se propuso establecer contacto con establecimientos y consumidores que valoren la producción de maíz criollo.

Una vez establecidas las posibles acciones, se procedió a priorizar las que se llevarían a cabo considerando las áreas más deficientes. De acuerdo a Altieri y Nicholls (2000), las técnicas de manejo agroecológico se eligieron acordes a las necesidades de los productores, a su disposición y a la disponibilidad de recursos en la comunidad.

Los cuadros 29 y 30 muestran el plan de acción elaborado con los productores para mejorar la sustentabilidad de sus agroecosistemas y, de esta manera, transitar hacia sistemas manejados con prácticas agroecológicas, diversificados e independientes de insumos externos.

López (2012) propone una secuencia no lineal en la transición, la cual se va dando de acuerdo a las necesidades y motivaciones del productor. En el caso de los productores participantes de este proyecto, se inició con las actividades que más interesaron y hacia las cuales mostraron disponibilidad para trabajar. Es importante, sin embargo, trabajar en mejorar el uso de insumos y prácticas debido a que los 23 sistemas de manejo presentaron deficiencias en el uso de fertilizantes y plaguicidas.

El aspecto considerado prioritario por los productores fue el manejo ecológico de plagas y enfermedades, reconociendo que obedece al escaso conocimiento que se tiene sobre el uso correcto de plaguicidas para el control de las poblaciones de insectos.

Los productores conocen las plagas que afectan sus cultivos tal vez no por su nombre científico, saben identificarlas por los daños que producen en la hoja o el tallo, pero desconocen la manera correcta de combatirlas con productos de síntesis industrial, razón por la cual solo el 30.76% hizo uso de plaguicidas.

Es importante que los productores realicen monitoreo de plagas y enfermedades en sus cultivos, conozcan los plaguicidas recomendados, dosis y momentos de aplicación.

Cuadro 31. Plan de acción integral para los agroecosistemas de manejo convencional.

Área de trabajo	Actividades y Metodología	Ejecución
Manejo ecológico de plagas y enfermedades	- Capacitación sobre los hábitos de las plagas y condiciones que favorecen la aparición de enfermedades en el cultivo de maíz y asociados.	Primer mes
	-Monitoreo de plagas y enfermedades para una aplicación focalizada de plaguicidas -Elaboración de insecticidas y fungicidas a base de plantas o minerales para el control de plagas y enfermedades. -Generar un manual de dosis y aplicaciones por tipo de cultivo tomando en cuenta los conocimientos tradicionales de los productores.	
	Uso de cultivos atrayentes y cultivos trampa para el control de insectos plaga.	Permanente
	-Siembra en policultivos.	Permanente
Fertilización	Capacitación sobre el uso racional de fertilización, cantidad adecuada de acuerdo a la etapa fenológica del cultivo. Fertilización fraccionada órgano-mineral. Elaboración de abono bocashi	Segundo mes
	Siembra de leguminosas fijadoras de nitrógeno	Permanente
Biodiversidad	Recuperar la diversidad asociada	Permanente
Organización	-Establecer contacto con organizaciones campesinas que estén en transición agroecológica para el intercambio de experiencia.	Primer mes
	-Integración de una organización informal que trabaje en el rescate, producción y conservación de semillas locales.	Sexto mes Permanente
Monitoreo	Plan de trabajo y programa de visitas	Cada tres veces
Evaluación	Impactos del plan de trabajo con respecto a la línea base inicial	Anual

Para los productores que no han utilizado plaguicidas se puede iniciar con la elaboración de insecticidas y fungicidas a base de plantas o minerales. La elaboración de estos productos no se basa en recetas exactas, pueden modificarse de acuerdo a los recursos que se tengan, es cuestión de experimentar y ver que funciona mejor.

En el caso del área de fertilización, es importante realizar un análisis de suelo para definir estrategias e incrementar materia orgánica en caso necesario y mejorar el uso de fertilizante. Dado el manejo intensivo del suelo y la no adición de materia orgánica, se planteó la elaboración de bocashi utilizando recursos locales.

Para el área de biodiversidad se planteó recuperar la diversidad asociada, principalmente la calabaza y el frijol ampliamente utilizados en la alimentación. La calabaza también es utilizada para la alimentación animal, además de que la semilla tiene buen precio en el mercado.

El área considerada como prioritaria por los productores en los SMT fue la fertilización pues consideran que los rendimientos son bajos. De acuerdo al INIFAP, el maíz requiere aproximadamente de 20 a 25 kg/ha de nitrógeno por cada tonelada de grano producida. La fertilización promedio en los SMT es de 45 kg de nitrógeno, bajo este escenario es difícil incrementar rendimientos, por lo tanto, es necesario mejorar el uso de fertilizantes y restituir la fertilidad del suelo.

Como alternativa se planteó la elaboración de bocashi dado que todos los insumos requeridos para su elaboración, a excepción de la levadura, se encuentran en la comunidad y su adquisición no tiene costo. La elaboración de 10 bultos de bocashi tiene un costo de \$40 por el costo de la levadura y la melaza. También se propuso la instalación de un criadero comunitario de lombrices rojas californianas (*Eisenia foetida*) para la producción de abono orgánico; las lombrices fueron donadas por la organización social Lombriabono Ecológico Guerrero, de constitución formal ubicada en la localidad del Bejuco, municipio de Acapulco de Juárez, Guerrero. Los materiales para la instalación del local y los insumos fueron aportados por los productores.

Las actividades propuestas en el plan de trabajo dieron inicio en abril del 2021, apoyadas por talleres de formación y reflexiones conjuntas entre productores. El monitoreo lo realizarán los mismos productores al finalizar el año mediante un esquema sencillo; durante este tiempo han sido apoyados por el Profesor Pedro Niceno y el Sr Lucino Solano, miembros del comité de seguimiento, quienes cada cuatro meses realizarán visitas a las parcelas con el fin de auxiliar en las dificultades que se pudieran presentar en la implementación del plan de trabajo.

De acuerdo a Altieri (2016), el enfoque agroecológico es una alternativa viable a implementar en sistemas agrícolas campesinos porque disminuye el uso de insumos externos, promueve el mejoramiento del suelo y la biodiversidad, aspectos

que favorecen la autosuficiencia alimentaria y la permanencia del campesino en el campo.

Cuadro 32. Plan de acción integral para los agroecosistemas de manejo tradicional.

Área de trabajo	Actividades y Metodología	Ejecución
Rendimientos	Aplicación de abonos orgánicos 15 días antes de la siembra, elaborados mediante bocashi.	Primer mes
	Evitar la quema de materia orgánica para que esta pueda ser aprovechada por el suelo.	Permanente
	Iniciar la construcción de curvas de nivel en terrenos con pendientes pronunciadas para evitar la erosión.	Tercer mes
Manejo ecológico de plagas y enfermedades	-Capacitación sobre los hábitos de las plagas y condiciones que favorecen la aparición de enfermedades en el cultivo de maíz y asociados. Monitoreo de plagas y enfermedades.	Primer mes
	-Elaboración de insecticidas y fungicidas a base de plantas o minerales para el control de plagas y enfermedades.	
	-Generar un manual de dosis y aplicaciones por tipo de cultivo tomando en cuenta los conocimientos tradicionales de los productores.	
	Uso de cultivos atrayentes y cultivos trampa para el control de insectos plaga.	Permanente
	Aumentar las barreras vivas alrededor de las parcelas (árboles nativos maderables o frutales)	Tercer mes
Fertilización	-Capacitación sobre el uso racional de fertilización, cantidad adecuada de acuerdo a la etapa fenológica del cultivo y fertilización fraccionada órgano-mineral.	Sexto mes
	-Elaboración de abono bocashi.	
	-Establecimiento de un criadero de lombrices para la elaboración de abono orgánico.	
	Siembra de leguminosas fijadoras de nitrógeno.	Permanente
Disponibilidad de semillas	-Mejoramiento de sus semillas nativas a través de la selección en campo. Propiciar eventos de intercambio de semillas y conocimiento con las comunidades vecinas.	Sexto mes
Organización	-Integración de una organización informal que trabaje en el rescate, producción y conservación de semillas locales.	Primer mes

	-Establecer contacto con organizaciones campesinas que estén en transición agroecológica para el intercambio de experiencia.	Sexto mes
Monitoreo	Plan de trabajo y programa de visitas.	Cada tres meses
Evaluación	Impactos del plan de trabajo con respecto a la línea base inicial	Anual

La implementación del plan de acción en los agroecosistemas campesinos de Cuanacaxtitlán puede impactar de manera positiva la rentabilidad de los cultivos al disminuir el uso de insumos de síntesis industrial, influir en la restauración de suelos degradados, favorecer el aumento y conservación de la productividad en los agroecosistemas, la preservación de semillas locales y autosuficiencia alimentaria.

3.5.1. Fase III: Acción

Para iniciar con las actividades propuestas en el PAI se gestionó la visita del Sr. Pedro Velasco Cruz, presidente del Centro de Desarrollo Integral Campesino de la Mixteca (CEDICAM) Hitanuni A.C. y de su equipo de trabajo, quienes laboran con comunidades campesinas de la mixteca alta de Oaxaca en pro de la soberanía alimentaria y la conservación de la agrobiodiversidad mediante la asociación de cultivos, reforestación, conservación de suelos y el agua. Su trabajo se enfoca en la reconstrucción del sistema milpa mediante la metodología de campesino a campesino, aprender haciendo, en la que se transmiten prácticas agroecológicas que favorecen una participación más activa de los campesinos.

El objetivo de la visita del CEDICAM fue el intercambio de experiencia y la implementación de talleres formativos a los productores de Cuanacaxtitlán. La visita se realizó el 8 de abril del año 2021, se tenía planeada la asistencia de los 23 productores participantes del proyecto y el trabajo de cinco temas como elaboración de abono bocashi, foliares, zanjas a nivel, elaboración de insecticidas y fungicidas orgánicos e importancia de la conservación de maíces criollos en tres días, pero por cuestiones de pandemia y posibles casos de covid 19 en la comunidad, sólo se

presentaron 9 productores y 4 productoras, los cinco temas se vieron en un día. Se tomaron las medidas recomendadas de seguridad e higiene.

Las actividades dieron inicio a las 9:00 am. Como introducción se mencionó el objetivo del proyecto, su importancia, algunos resultados de la evaluación de la sustentabilidad, la importancia de los talleres para la realización de actividades propuestas en el PAI y la presentación del CEDICAM. Don Pedro Velasco Cruz, presidente de la organización, hizo presentación sobre las actividades que realizan y las evidencias de su funcionamiento; este espacio sirvió de reflexión para los productores sobre lo que se puede lograr, se hicieron preguntas y se intercambiaron opiniones.

Posteriormente se realizó una actividad de integración en la que los asistentes se presentaron y mencionaron los motivos para asistir al curso. Se siguió con una segunda presentación sobre la importancia de la conservación de maíces criollos y la mejor manera de seleccionar las semillas, recomendando que la última actividad deba hacerse en la parcela seleccionando las características de la planta, y no del montón de mazorcas al final de la cosecha.

Como primera actividad práctica se elaboró el aparato "A" para la elaboración de las zanjas a nivel, posteriormente se trasladó a la parcela más próxima para la realización de la zanja a nivel; al término de esta actividad se mostró una técnica de siembra de hortaliza con abono de arriera, a la orilla de la zanja para aprovechar la humedad.



Figura 6. Elaboración del aparato A



Figura 7. Marcación de la zanja a nivel

Después de un pequeño receso, a la 1 de la tarde se siguió con la elaboración de abono bocashi, también se elaboraron foliares a base de gallinaza y abono de

arriera. A las cinco de la tarde se empezó la elaboración de diferentes insecticidas a base de cebolla, ajo, chile, albahaca, jabón zote y canela. Como última actividad el señor Pedro hizo un resumen de los temas vistos durante el día, finalmente los productores intercambiaron opiniones sobre las diferentes prácticas agroecológicas que realizan.



Figura 8. Elaboración de foliares a base de gallinaza y abono de arriera

Esta experiencia fue muy buena para los productores porque permitió reflexionar sobre lo que se está haciendo, y lo que el campesino puede hacer desde su propio espacio. Todos los productores estuvieron muy participativos y realmente les emocionó la idea de iniciar con estas prácticas. Al final se acordó que se haría una retroalimentación de los temas vistos con productores que no pudieron asistir.

El primero de septiembre se tuvo la visita del Sr. Gregorio Barragán Valle, presidente de Lombriabono Ecológico Guerrero S.P.R. de R.L. de C.V. Esta

organización tiene una larga experiencia en la producción y venta de lombricomposta así como en la implementación de talleres de lombricultura en distintas instituciones.

El objetivo de la visita de Lombriabono Ecológico Guerrero fue la implementación de un taller de lombricultura a los productores de Cuanacaxtitlán. Se trataba de aprender para el establecimiento de un pequeño criadero de lombrices, así como generar intercambio de experiencias en la producción agroecológica, la organización, elaboración de abono orgánico y su venta en canales cortos de comercialización.

Para la realización del taller se tomaron las medidas necesarias de seguridad e higiene: aplicación de gel antibacterial, uso de cubre bocas y la sana distancia. Se tuvo la asistencia de 4 productoras y 6 productores.

Las actividades dieron inicio a las 11:30 am. Como introducción se mencionó la importancia del taller para concretar las actividades propuestas en el PAI y la presentación de Lombriabono Ecológico Guerrero. Se realizó una pequeña presentación donde los productores mostraron su interés y motivación en el tema, a la par se reflexionó sobre el cambio que se busca no solo en las prácticas agrícolas, sino también en el estilo de vida, visión y acciones.

Como primer paso se procedió a remover el estiércol de vaca (recolectado con una semana de anticipación y regado por las mañanas durante dos días), posteriormente se le agregó suficiente agua. Durante esta actividad se dieron indicaciones sobre el manejo y tratamiento previo de la materia orgánica; se reflexionó sobre cómo ha cambiado la alimentación de los pueblos, al pasar de ser completamente natural al uso de alimentos procesados que tienen un impacto negativo en la salud. Los productores relacionaron este cambio en la alimentación con el cambio en la producción agrícola al iniciarse el uso de plaguicidas y herbicidas.

Posteriormente se realizó el acondicionamiento del terreno, se dejó una ligera pendiente para la esorrentía de agua y se colocó un plástico negro, encima fue acomodado el estiércol en forma de cama.



Figura 9. Información sobre el manejo de la lombriz. Acondicionamiento del terreno para el establecimiento de la cama.

En el borde inferior de la cama se excavó un pozo del tamaño de un bote de 20 litros para la recolección del agua y lixiviado. A continuación se sembraron especímenes de la lombriz roja californiana en el centro de la cama.

Durante esta actividad se dieron las indicaciones pertinentes sobre los cuidados de la lombriz: condiciones de la instalación, riego, tiempo de duración del proceso, extracción del abono orgánico y modo de aplicación en el cultivo de maíz. A continuación se colocó malla ciclónica alrededor del pequeño criadero de lombrices.



Figura 10. Establecimiento de la cama. Lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*).

Para finalizar el taller los productores reflexionaron sobre cómo han cambiado las formas de producción en la comunidad, la pérdida de la diversidad en los cultivos, la importancia del maíz criollo. Se mencionó la pérdida del maíz cuarenteño en la comunidad, las ventajas de su producción, así también acordaron conseguir la semilla en localidades aledañas y volver a sembrarlo. Posteriormente reflexionaron sobre los recursos disponibles y que no han sido aprovechados. Asimismo se mencionó la importancia de trabajar en equipo y las ventajas de pertenecer a una organización.

El acuerdo entre los productores fue que, al finalizar el proceso de maduración del abono, se compartirán las lombrices para iniciar la producción de lombricomposta de manera individual. Mientras tanto, entre todos se encargarán de los cuidados necesarios del criadero.

Al término del taller de lombricultura el Sr. Lucino Solano y el Sr. Pedro Niceno mencionaron al grupo las actividades realizadas en el taller impartido por CEDICAM.

Se entregó a los 23 productores material impreso con información de todas las prácticas agroecológicas realizadas durante los talleres.

Durante todo el proceso del proyecto, que incluye reuniones y pláticas informales, se discutió con los productores la importancia y los beneficios que podrían obtener al pertenecer a una organización legalmente constituida. En este aspecto, los productores plantearon la posibilidad de que una comisión visite alguna organización campesina que trabaje con prácticas agroecológicas en la región, para orientación y apoyo sobre el registro y actividades que realizan como organización. Esta actividad puede servir para consolidar la integración de una organización de productores en Cuanacaxtlán.

Por ultimo también se ha planteado con productores que poseen semillas criollas, un posible intercambio de semillas con campesinos de la comunidad vecina de Yoloxóchitl; para lograrlo se cuenta con apoyo de la parroquia del pueblo que ha estado apoyando en la siembra de hortalizas y huertos de traspatio.

Conclusiones

De cara a los problemas en la producción de maíz que enfrentan los sistemas agrícolas campesinos de Cuanacaxtlán, se propuso y gestionó la producción sustentable con la finalidad de mejorar la rentabilidad del cultivo y la sustentabilidad del proceso productivo.

Para la elaboración del diagnóstico junto con productores, se realizó análisis comparativo de la sustentabilidad de 23 sistemas mixtos de producción de maíz mediante el método MESMIS. Esta evaluación permitió detectar aspectos débiles, que deben atenderse para mejorar la producción de maíz.

El nivel de sustentabilidad entre ambos tipos de agroecosistemas no difiere mucho. El SMT aparece como más sustentable en 7 de los 17 indicadores medidos y el SMC en 8. El SMT obtuvo valores óptimos en 6 indicadores, 3 que necesitan ser fortalecidos y 8 en estado crítico. El SMC obtuvo valores óptimos en 3 indicadores, 4 que necesitan ser fortalecidos y 10 en estado crítico.

El SMT presenta mayor sustentabilidad en la dimensión ambiental y económica. El SMC es más sustentable en la dimensión social.

En los 10 sistemas productivos donde predominó el manejo tradicional se encontró que los aspectos más críticos fueron: empleo de fertilizantes, empleo de plaguicidas y falta de canales de comercialización. En cuanto a los 13 sistemas donde predominó el manejo convencional, los aspectos que requieren mayor atención fueron: empleo de fertilizantes, empleo de plaguicidas, plagas y enfermedades, así como el uso de variedades de maíz.

En los 23 sistemas analizados se obtuvieron valores críticos en dos indicadores ambientales, empleo de fertilizantes y empleo de plaguicidas. Es importante trabajar en mejorar el uso de estos insumos.

Los SMC son agroecosistemas mixtos que iniciaron la siembra de maíz híbrido como estrategia de adaptación e innovación en la producción de maíz, esto ante las exigencias del mercado, así como por ser considerado un medio para

mejorar la rentabilidad del cultivo. Entre las desventajas que presenta se encuentra la erosión genética de semillas locales, mayor presencia de plagas y dependencia de insumos. Los productores en los SMC han perdido sus semillas y están subordinados completamente a las empresas semilleras.

La rentabilidad promedio en los sistemas donde predomina el manejo tradicional es mejor debido a los beneficios de la milpa.

La implementación de talleres de intercambio de saberes basados en la técnica de campesino a campesino es muy eficaz para la trasmisión de conocimientos, fomenta el intercambio de experiencias generando motivación y convicción sobre la producción sustentable. Durante los talleres con CEDICAM y Lombriabono Ecológico Guerrero, los productores se sintieron cómodos y en confianza para preguntar lo que no les quedaba claro, así como para comentar sus propias experiencias de producción. Este primer intercambio los motivó a querer saber más.

Por otra parte, el mayor logro considerado en este proyecto fue que los productores reconocieran la importancia del maíz criollo, y se comprometieran a volver a sembrarlo por lo menos en sus huertos de traspatio.

El 26% de los productores participantes en el proyecto no posee tierras propias, siendo un factor limitante para la implementación del plan de acción consensado. Para ello es importante la repartición de tierras o el impulso de programas de apoyo para campesinos productores sin tierras.

Finalmente, se concluye que en 17 de los 23 sistemas analizados de la comunidad de Cuanacaxtitlán existen los recursos y la disposición de los productores para mejorar la sustentabilidad en la producción de maíz.

Recomendaciones

Para el fortalecimiento del plan de acción y mejorar la sustentabilidad en los 23 sistemas agrícolas analizados en Cuanacaxtitlán, municipio de San Luis Acatlán, Gro., se recomienda lo siguiente:

1. Realizar análisis de suelo para determinar la cantidad correcta de fertilizante a aplicar. También es necesario evaluar la fertilidad del suelo para determinar de manera específica estrategias de adición de materia orgánica.
2. Buscar la capacitación de los productores en cuanto al manejo adecuado de fertilizantes y plaguicidas, así como la realización de monitoreo de plagas y enfermedades.
3. Buscar la vinculación con centros de enseñanza y organizaciones campesinas que fortalezcan el proceso formativo de los productores en prácticas agroecológicas.
4. Establecer una unidad demostrativa que funcione como un espacio de aprendizaje, reflexión, motivación y monitoreo de las prácticas que se han incluido en el plan de trabajo.
5. Promover el establecimiento de una casa comunitaria de semillas para la recuperación, conservación, intercambio, distribución y comercialización de semillas nativas y criollas. Gestionar otras estrategias de difusión de semillas como son las ferias de semillas.
6. Constituir una organización formal de productores que trabaje en la producción sustentable de alimentos, agroecología y la conservación de semillas locales.

Bibliografía

- Altieri, M. (1999). *Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable*. Nordan–Comunidad. <http://agroeco.org/wp-content/uploads/2010/10/Libro-Agroecologia.pdf>
- Altieri, M. (2002). Agroecología: principios y estrategias para diseñar sistemas agrarios sustentables. En S. J. Sarandón (Ed.), *Agroecología: el camino hacia una agricultura sustentable* (pp. 49-56). Ediciones Científicas Americanas.
https://www.researchgate.net/publication/324896530_Sarandon_SJ_2002_AGROECOLOGIA_El_camino_hacia_una_agricultura_sustentable_Editor_Ediciones_Cientificas_Americanas_La_Plata_560_pgs_ISBN987-9486-03-X
- Altieri, M. (2009). El estado del arte de la agroecología: Revisando avances y desafíos. En M. A. Altieri (ed.), *Vertientes del pensamiento agroecológico: fundamentos y aplicaciones* (pp. 69-94). Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología (SOCLA). <http://media.utp.edu.co/centro-gestion-ambiental/archivos/documentos-relacionados-con-agroecologia-seguridad-y-soberania-alimentaria/vertientes-del-pensamiento-agroecologico-fundamentos-y-aplicaciones.pdf>
- Altieri, M. A. (2016). Impactos de la agroecología en algunos países latinoamericanos una aproximación histórica. *Leisa*, 32 (3), 5 – 8. <http://www.leisa-al.org/web/images/stories/revistapdf/vol32n3.pdf>
- Altieri, M. y Nicholls, C. (2000). *Agroecología. Teoría y práctica para una agricultura sustentable*. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente; Red de Formación Ambiental para América Latina y el Caribe. <http://www.agro.unc.edu.ar/~biblio/AGROECOLOGIA2%5B1%5D.pdf>
- Altieri, M. A. y Nicholls, C. I. (2020). Agroecology and the reconstruction of a post-COVID-19 agriculture. *The Journal of Peasant Studies*, 47 (5), 881-898. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/03066150.2020.1782891>

- Altieri, M. y Toledo, V. (2010). *La revolución agroecológica de América Latina: Rescatar la naturaleza, asegurar la soberanía alimentaria y empoderar al campesino*. ILSA.
<http://biblioteca.clacso.edu.ar/Colombia/ilsa/20130711054327/5.pdf>
- Álvarez-Buylla, E., Carreón García, A. y San Vicente Tello, A. (2011). *Haciendo milpa. La protección de las semillas y la agricultura campesina*. Universidad Nacional Autónoma de México. https://www.researchgate.net/profile/Elena-Alvarez-Buylla/publication/265728764_Haciendo_milpa_La_proteccion_de_las_semillas_y_la_agricultura_campesina/links/541a1d6d0cf2218008bfa730/Haciendo-milpa-La-proteccion-de-las-semillas-y-la-agricultura-campesina.pdf
- Astier, M. (2005). El diseño de sistemas sustentables de maíz en la Región Purhépecha. En O. Masera y S. López (eds), *Sustentabilidad y sistemas campesinos: cinco experiencias de evaluación en el México rural* (pp. 272-323). PUMA; Mundiprensa; GIRA; Instituto de Ecología.
<http://www.mesmis.unam.mx:8080/MESMIS2/#>
- Beuchelt, T.D. (2016). Gender, social equity, and innovations in smallholder farming systems: pitfalls and pathways. In: Gatzweiler F., von Braun J. (eds) *Technological and institutional innovations for marginalized smallholders in agricultural development*. Springer, Cham, (pp181-198).
https://doi.org/10.1007/978-3-319-25718-1_11
- Brunett Pérez, Luis. (2004) *Contribución a la evaluación de la sustentabilidad: estudio de caso dos agroecosistemas campesinos de maíz y leche del Valle de Toluca* [Tesis de Doctorado, Universidad Nacional Autónoma de México].
<https://repositorio.unam.mx/contenidos/76987>
- Caporal, F. R. y Costabeber, J. A. (2004). *Agroecología: alguns conceitos e principios*. MDA/SAF/DATER-IICA.

<https://www.fca.unesp.br/Home/Extensao/GrupoTimbo/Agroecologia-Conceitoseprincipios.pdf>

Carabias, J. (1995). Contribuciones al concepto de sustentabilidad agrícola y del desarrollo. En J. González, V. de la Cruz, J. Aguilar, M.V. González, D. Delgado y A. Vargas (Ed.), *Agroecología y desarrollo sustentable 2do seminario de agroecología* (p. 7 - 13). Universidad Autónoma de Chapingo.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (1984). *La agricultura campesina en sus relaciones con la industria* (Informe n. 33). Naciones Unidas.

https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/8049/S8400000_es.pdf

Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. (s.f.). *Anexo estadístico de pobreza a nivel municipio 2010 y 2015*.

https://www.coneval.org.mx/Medicion/Paginas/AE_pobreza_municipal.aspx

Consejo Nacional de Población (2016). *Índice de marginación por entidad federativa y municipio 2015*. [https://www.gob.mx/conapo/documentos/indice-de-](https://www.gob.mx/conapo/documentos/indice-de-marginacion-por-entidad-federativa-y-municipio-2015)

[marginacion-por-entidad-federativa-y-municipio-2015](https://www.gob.mx/conapo/documentos/indice-de-marginacion-por-entidad-federativa-y-municipio-2015)

Damián-Huato, M. A., Cruz-León, A., Ramírez-Valverde, B., Romero-Arenas, O., Moreno-Limón, S. y Reyes-Muro, L. (2013). Maíz, alimentación y productividad: modelo tecnológico para productores de temporal de México. *Agricultura, sociedad y desarrollo*, 10(2), 157-176. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-54722013000200002&lng=es&tlng=es.

Damián-Huato M. Á., Romero-Arenas, O., Ramírez-Valverde B., López-Reyes L., Parraguirre-Lezama, C. y Cruz-León A. (2014). Agricultura familiar y seguridad alimentaria entre productores de maíz de temporal en México. *Agroecología*, 9 (1 y 2), 89–99. <https://revistas.um.es/agroecologia/article/download/300611/215891/>

Damián Huato, M. y Toledo, V. (2016). *Utopística agroecológica innovaciones campesinas y seguridad alimentaria en maíz*. Benemérita Universidad

Autónoma de Puebla.

https://www.researchgate.net/publication/299821394_Utopistica_agroecologica_Innovaciones_campesinas_y_seguridad_alimentaria_en_maiz

Diplomas UCC. (04 de abril de 2014). *Investigación cualitativa introducción* [Archivo de video]. YouTube.

<https://www.youtube.com/watch?v=8LFZldYnQRE&t=280s>

Flores-Sánchez, D., Groot, J., Lantinga, E., Kropff, M. y Rossing, W. (2015). Options to improve family income, labor input and soil organic matter balances by soil management and maize–livestock interactions. Exploration of farm-specific options for a region in Southwest Mexico. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 30 (4), 373-391. DOI:10.1017/S1742170514000106

Flores-Sánchez, D., Koerkamp-Rabelista, J. K., Navarro-Garza, H., Lantinga, E. A., Groot, J. C., Kropff, M. J. y Rossing, W. A. (2011). Diagnosis for ecological intensification of maize-based smallholder farming systems in the Costa Chica, Mexico. *Nutr Cycl Agroecosyst*, (91), 185-205. <http://dx.doi.org/10.1007/s10705-011-9455-z>

Gliessman, S. (2002). *Agroecología. Procesos Ecológicos en Agricultura Sostenible*. LITOCAT. (Original publicado en 1998). <https://biowit.files.wordpress.com/2010/11/agroecologia-procesos-ecolc3b3gicos-en-agricultura-sostenible-stephen-r-gliessman.pdf>

Gliessman, S., Rosado-May, F., Guadarrama-Zugasti, C., Jedlicka, J., Cohn, A., Méndez, V., Cohen, R., Trujillo, L., Bacon, C., & Jaffe, R. (2007). Agroecología: promoviendo una transición hacia la sostenibilidad. *Ecosistemas*, 16(1). <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/134>

Gomiero, T., Pimentel, D. y Paoletti, M.G. (2011). Is There a Need for a More Sustainable Agriculture? *Critical Reviews in Plant Sciences*, (30), 6-23. <https://www.researchgate.net/deref/http%3A%2F%2Fdx.doi.org%2F10.1080%2F07352689.2011.553515>

- González, S. (2011). Diagnóstico municipal de Desarrollo Rural Sustentable del municipio de San Luis Acatlán, Gro. Diagnostico no publicado, San Luis Acatlán, Guerrero, México.
- Grupo ETC. (2017). *¿Quién nos alimentará? ¿La red campesina alimentaria o la cadena agroindustrial?* (3ª edición). <https://www.etcgroup.org/sites/www.etcgroup.org/files/files/etc-quien-nos-alimentara-2017-es.pdf>
- Grupo Semillas (2018). *Producción y conservación de semillas nativas y criollas de buena calidad y sanidad. La cajuela.* https://www.semillas.org.co/apc-aa-files/5d99b14191c59782eab3da99d8f95126/cartilla-produccion-de-semillas_web_1.pdf
- Guzmán-Casado, G. y Alonso-Mielgo, A. (2007). La investigación participativa en agroecología: una herramienta para el desarrollo sustentable. *Ecosistemas*, 16(1), 24-36. <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/135>
- Guzmán, G., Gonzales, M. y Sevilla, E. (2000). *Introducción a la Agroecología como desarrollo rural sostenible.* Ediciones Mundi Prensa. https://www.researchgate.net/profile/Gloria-Guzman/publication/270256177_Introduccion_a_la_Agroecologia_como_De_sarrollo_Rural_Sostenible/links/55b5164d08ae9289a08a671a/Introduccion-a-la-Agroecologia-como-Desarrollo-Rural-Sostenible.pdf
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de investigación* (6ª ed.). McGraw-hill / Interamericana Editores, s.a. de c.v. <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- INIFAP-SAGARPA. (2007). *Paquetes tecnológicos para maíz de temporal (ciclo agrícola primavera-verano) para condiciones de alto, medio y bajo potencial productivo.* <https://docplayer.es/17056433-Paquetes-tecnologicos-para-maiz-de-temporal-ciclo-agricola-primavera-verano-para-condiciones-de-alto-medio-y-bajo-potencial-productivo.html>

- INIFAP-SAGARPA. (2015). *Fertilización nitrogenada en Maíz*.
<http://inifapcirne.gob.mx/Eventos/2015/Boletin%20Electronico%20V.1,%20No.1.pdf>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2009). *Anuario geoestadístico municipal*. <http://www.inegi.org.mx/>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2020). *México en cifras*.
<https://inegi.org.mx/app/areasgeograficas/default.aspx>
- Katayama, R. J. (2014). *Introducción a la investigación cualitativa: Fundamentos, métodos, estrategias y técnicas*. Fondo Editorial de la UIGV.
<http://repositorio.uigv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.11818/559/INTRODUCCI%c3%93N%20A%20LA%20INVESTIGACI%c3%93N%20CUALITATIVA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Lazos, E. (2011). Tiempo de maíz: tiempo de ayer y de mañana. En F. Reyes y S. Barrasas (eds.), *Saberes ambientales campesinos Cultura y naturaleza en comunidades indígenas y mestizas de México* (pp. 61-91). Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas.
<http://ru.iis.sociales.unam.mx/jspui/handle/IIS/4689>
- López García, Daniel. (2012) *Hacia un modelo europeo de Extensión Rural Agroecológica. Praxis participativas para la Transición Agroecológica. Un estudio de caso en Morata de Tajuña, Madrid* [Tesis de Doctorado, Universidad Internacional de Andalucía España].
<https://dspace.unia.es/handle/10334/1949>
- López García, D. y Guzmán, G. I. (2014). *Metodologías participativas para la transición agroecológica*. Sociedad Española de Agricultura Ecológica.
https://www.researchgate.net/publication/329543984_Metodologias_participativas_para_a_transicion_agroecologica
- Marasas, M., Cap, G., De Luca, L., Pérez, M. y Pérez, R. (2012). *El Camino de la Transición Agroecológica*. Ediciones INTA.

https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_-_el_camino_de_la_transicin_agroecologica.pdf

Martínez-Castillo, R. (2008). Agricultura tradicional campesina: características ecológicas. *Tecnología en Marcha*, 21 (3), 3-13. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4835774.pdf>

Masera, O., Astier, M., y López, S. (1999). *Sustentabilidad y manejo de recursos naturales. El marco de evaluación MESMIS*. Mundiprensa; GIRA; UNAM. <http://www.mesmis.unam.mx:8080/MESMIS2/#>

Masera, O. y López-Ridaura S. (2005). *Sustentabilidad y sistemas campesinos: cinco experiencias de evaluación en el México rural*. PUMA; Mundiprensa; GIRA; Instituto de Ecología. <http://www.mesmis.unam.mx:8080/MESMIS2/#>

Morett-Sánchez, J. C. y Cosío-Ruiz, C. (2017). Panorama de los ejidos y comunidades agrarias en México. *Agricultura, sociedad y desarrollo*, 14(1), 125-152. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-54722017000100125&lng=es&tlng=es.

Nuestro-mexico.com. (s.f.). *Cuanacaxtitlán-Guerrero*. Consultado el 26 de mayo de 2020. <http://wwbbrian10004w.nuestro-mexico.com/Guerrero/San-Luis-Acatlan/Cuanacaxtitlan/>

Oliveira-De Vasconcelos, V. y Waldenez-De Oliveira, M. (2010). Trayectorias de investigación acción: concepciones, objetivos y planteamientos. *Iberoamericana de Educación*, 53 (5), 1-13. <https://doi.org/10.35362/rie5351716>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (1994). *Participación campesina para una agricultura sostenible en países de América Latina* (basado en Galán, B.) <http://www.fao.org/3/t3666s/t3666s00.htm>

- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2003). *Agricultura Orgánica, Ambiente y Seguridad Alimentaria* (edit. El-Hage, N. y Hattam, C.) <https://www.fao.org/3/y4137s/y4137s00.htm#Contents>
- Ortega, G. (2009). Agroecología vs. Agricultura Convencional. *Base Investigaciones sociales*. <http://www.baseis.org.py/wp-content/uploads/2014/03/1395155082.pdf>
- Pierri, N. (2005). Historia del concepto de desarrollo sustentable. En G. Foladori y N. Pierri (Ed.), *¿Sustentabilidad? Desacuerdos sobre el desarrollo sustentable* (pp. 27-81). Universidad Autónoma de Zacatecas. <https://diversidadlocal.files.wordpress.com/2012/09/desacuerdos-sobre-el-desarrollo-sustentable.pdf>
- Pretty, J. (2008). Agricultural sustainability: concepts, principles and evidence. *Phil. Trans. R. Soc. B*, 363, 447-465. DOI: 10.1098/rstb.2007.2163
- Programa de Intercambio, Dialogo y Asesoría en Agricultura Sostenible y Seguridad Alimentaria. (2006). *Construyendo procesos De Campesino a Campesino*. ESPIGAS - Asociación de la Promoción para el Desarrollo; Pan Para el Mundo (PPM). <https://simas.org.ni/publicaciones/3657/construyendo-procesos-de-campesino-a-campesino/#:~:text=Este%20libro%20presenta%20una%20mepublicaciones,de%20las%20campesinas%20y%20campesinos.>
- Quecedo, R. y Castaño, C. (2002). Introducción a la metodología de investigación cualitativa. *Revista de Psicodidáctica*, (14), 5-39. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=17501402>
- Ramírez-Treviño, A., Sánchez-Núñez, J. M. y García-Camacho, A. (2004). El Desarrollo Sustentable: Interpretación y Análisis. *Revista del Centro de Investigación. Universidad La Salle*, 6 (21), 55-59. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=34202107>
- Reijntjes, C., Haverkort, B. y Waters, A. (1992). *Farming for the future*. MacMillan Press Ltd. <https://edepot.wur.nl/419516>

- Robles-Berlanga, H. (2016). La pequeña agricultura campesina y familiar: construyendo una propuesta desde la sociedad. *EntreDiversidades. Revista de Ciencias Sociales y Humanidades*, (7), 46-83.
<https://www.redalyc.org/journal/4559/455949153003/html/>
- Salazar, L. y Muñoz, G. (2019). *Seguridad alimentaria en América Latina y el Caribe*. Banco Interamericano de Desarrollo (BID)
https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Seguridad_alimentaria_en_Am%C3%A9rica_Latina_y_el_Caribe.pdf
- Sánchez-Morales P., Ocampo-Fletes, I., Parra-Inzunza, F., Sánchez-Escudero J., María-Ramírez A., y Argumedo-Macías A. (2017). Evaluación de la sustentabilidad del agroecosistema maíz en la región de Huamantla, Tlaxcala, México. *Agroecología*, 9, 111–122.
<https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/300691>
- Sánchez-Morales, P. y Romero-Arenas, O. (2018). Evaluación de la sustentabilidad del sistema milpa en el estado de Tlaxcala, México. *Revista de El Colegio de San Luis*, 8(15), 107-134.
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-899X2018000100107&lng=es&tlng=es.
- Sarandón, S. (Ed.). (2002). *Agroecología: el camino hacia una agricultura sustentable*. Ediciones Científicas Americanas.
https://www.researchgate.net/publication/324896530_Sarandon_SJ_2002_AGROECOLOGIA_El_camino_hacia_una_agricultura_sustentable_Editor_Ediciones_Cientificas_Americanas_La_Plata_560_pgs_ISBN987-9486-03-X
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2010). *Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo* (NOM 059). dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5173091
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2016). *Compendio de estadísticas ambientales, indicadores clave, de desempeño ambiental y de*

crecimiento verde. Autoedición.
https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe15/tema/pdf/Informe15_completo.pdf

Sirenio, K. (2011, 23 de septiembre). *Ñuu Ndikúyu/Cuanacastitlán.* Cuanacastitlan/ñuusavi. <http://kausirenio.blogspot.com/2011/09/nuu-ndikuyu-cuanacastitlan.html?m=1>

Tamayo-Manrique, J., Martínez-Ojeda, E., Monforte-Méndez, G., Munguía-Gil, A., y Ruiz-Martínez, A. (2014). La agroecología como propuesta de modelo de producción aplicado al cultivo de chile habanero en Peto, Yucatán. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 35, 969-978.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=14131676006>

Toledo, V.M. (2015). ¿De qué hablamos cuando hablamos de sustentabilidad? Una propuesta ecológico-política. *Inter Disciplina* 3(7), 35-55.
<http://www.revistas.unam.mx/index.php/inter/article/view/52383/46631>

Toledo, V.M. (2017). *La Racionalidad Ecológica de la Producción Campesina.* Universidad Nacional de México. [\(PDF\) La Racionalidad Ecológica de la Producción Campesina Víctor M. Toledo-Universidad Nacional de México \(researchgate.net\)](#)

Toledo, V.M. y Barrera-bassols, N. (2008). *La memoria biocultural la importancia ecológica de las sabidurías tradicionales.* Icaria editorial, s.a.
<https://paginas.uepa.br/herbario/wp-content/uploads/2017/12/LAMEMORIABIOCULTURALpdf.pdf>

Vía Campesina. (2003) ¿Qué significa soberanía alimentaria? Documento de punto de vista de la Vía Campesina. <https://viacampesina.org/es/quignifica-soberanalimentaria/>

Vía Campesina. (2011). La agricultura campesina sostenible puede alimentar al mundo. Documento de punto de vista de la Vía Campesina.
<https://viacampesina.org/es/wp-content/uploads/sites/3/2011/03/ES-paper6-min.pdf>

Wezel, A., Bellon, S., Doré, T., Francis, C., Vallod, D. y David, C. (2009). Agroecology as a science, movement and practice. A review. *Agron. Sostener. Dev.* (29), 503–515. <https://doi.org/10.1051/agro/2009004>

Anexos

Anexo 1. Cuestionario semi estructurado



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE GUERRERO
UNIDAD DE CIENCIAS DE DESARROLLO REGIONAL
MAESTRÍA EN GESTIÓN PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE



El presente cuestionario tiene como finalidad la obtención de información sobre el manejo del cultivo maíz, estos datos serán utilizados para la evaluación de la sustentabilidad de este sistema productivo. La información proporcionada por los productores será tratada con total confidencialidad, los resultados serán presentados en el siguiente taller.

No. de encuesta: _____

Fecha de aplicación: ____/____/____

Localidad: _____ Municipio: _____

Nombre del encuestador: Obdulia Solano Albino

Identificación del productor(a)

Nombre: _____ Edad: _____ Sexo: H____M____

Nivel de estudios: _____

a) Manejo del cultivo de maíz

1. ¿Qué tipo de maíz siembra?

1. Híbrido 2. Criollo/Híbrido 3. Criollo

2. ¿Cómo se llama el maíz que siembra? _____

3. ¿En qué fecha siembra el maíz? _____

4. ¿Cómo realiza la preparación del terreno? _____

5. ¿A qué distancia entre planta y surco siembra el maíz? _____

6. ¿Utiliza fertilizantes para abonar su cultivo de maíz?

1. Orgánico 2. Orgánico/Industrial 3. Industrial

7. ¿Cómo se llama el fertilizante que utiliza? _____

8. ¿Qué cantidad emplea por mata? _____

9. ¿Cómo aplica el fertilizante? _____

10. ¿Cuántas aplicaciones de fertilizante realiza? _____

11. ¿Cuándo realiza las aplicaciones de fertilizante al cultivo?

12. ¿Cómo realiza el combate de maleza en el cultivo?

1. Deshierbe manual 2. Deshierbe manual/aspersión 3. Aspersión

13. ¿Cómo se llama el herbicida que utiliza? _____

14. ¿Cuántas aplicaciones realiza? _____ ¿Cuándo realiza las aplicaciones?

15. ¿Ha tenido afectaciones al cultivo por alguna plaga?

1. No 2. Si

16. ¿Cuáles? _____ ¿Cómo la ha combatido?

1. Insecticidas orgánicos 2. Plaguicida industrial

17. Nombre del producto _____

18. ¿siembra otros cultivos en asociación con el maíz?

1. Tres o más cultivos 2. Dos cultivos 3. Un cultivo

Cultivo	Volumen cosechado Kg	Precio medio rural kg

19. ¿En asociación con el maíz, siembra cultivos diferentes año con año?

1.- Si 2. No

20. En su cultivo de maíz, ¿tuvo plantas silvestres de las que hizo algún uso (alimentación, medicinal, venta)?

Nombre de la especie	Usos	Unidad de medida	Rendimiento (unidades)	Consumo (unidades)	Venta (unidades)	Precio (\$/unidad)	Ingreso
1.							
2.							
3.							

b) Producción de maíz

21. ¿Cuánto sembró de maíz este año?

_____ lts. _____ ha

22. ¿Cuál fue su producción total?

_____ bultos _____ kg _____ ton

23. ¿Cuántos integrantes de la familia dependen de la producción familiar?

_____ integrantes

24. ¿Cuánto tiempo dedica a la producción de maíz, desde la siembra hasta la cosecha?

_____ meses

c) Costo total de la producción de maíz

ACTIVIDAD	Concepto	Cantidad	UM	Precio unitario (\$)	Total
1. Preparación del terreno					
	Limpia		Jornal		
2. Siembra					
	Siembra		Jornal		

	Semilla		kg		
			kg		
			kg		
3. Fertilización					
	Sulfato de amonio		kg		
	Fosfato diamónico		kg		
	Fertilización (aplicación de)		Jornal		
4. Control de malezas					
1er	Herbicida		litro		
			litro		
2do	Herbicida		litro		
	Aplicación		Jornal		
5. Control de plagas					
	Aplicación		Jornal		
	Insecticida				
6. Control de enfermedades					
	Producto		Kg, l		
	Aplicación		jornal		
7. Cosecha					
Método	Dobla		Jornal		
	Pizca manual		Jornal		
	Desgrane (mecánico)		Bulto ()		
	Envasado (manual)		Jornal		
	Costales		Piezas		
	Acarreo		Flete		
TOTAL					

25. ¿Obtuvo algún crédito/préstamo para solventar los gastos en la producción de maíz?

1. No 2. Si

d) Comercialización

26. ¿A qué precio vendió su maíz en este ciclo agrícola?

_____lt _____bulto _____ton

27. ¿Cuántas opciones tiene para comercializar los excedentes de su producción de maíz?

- 1.- Más de tres 2. Dos 3. Uno

e) Organización

28. ¿Usted como productor participa en alguna organización formal o informal para obtener un beneficio en la producción de maíz?

1. Si 2. No

29. ¿A cuántos talleres o capacitaciones de producción de maíz ha asistido?

- 1.- Más de tres 2.- Dos 3.- Una 4.-Cero capacitaciones

f) Conciencia ambiental

30. ¿Usted cree que las prácticas modernas en la producción de maíz tienen un impacto negativo en el ambiente?

1. si (pasar a la siguiente pregunta) 2. No

¿Qué daños reconoce que han ocasionado estas prácticas?

1 _____

2 _____

3 _____

4 _____

31. ¿Qué tan satisfecho está usted de los resultados obtenidos en su producción de maíz?

1. Satisfecho 2. Medianamente Satisfecho 3. Insatisfecho

Anexo 2. Manual de prácticas agroecológicas para los productores de Cuanacaxtitlán

Manejo agroecológico de plagas

Para la babosa del frijol

-colocar cal o ceniza alrededor de la parcela y/o entre surcos

-Sal, 1 kg sal/20 lts agua

-Concentrado de limón 1lt/20 lts de agua

Para el gusano cogollero

-sembrar variedades del maíz criollo que sean resistentes al gusano cogollero

-moler el gusano cogollero y colocarlo alrededor de la parcela

-Semilla de guanábana, licuar y colar. Las semillas de 1 fruta/20 lts agua

-caldo ceniza, ½ lt /15 lts de agua

Cultivos repelentes: cempasúchil, girasol.

Para hortalizas (control de la mosquita blanca, pulgones, gusanos)

-Extracto de cebolla. 1cebolla/1lts agua, fermentar 24 horas. ½ lts preparado para una bomba de 15 lts. Agregar 6 cucharadas de jabón.

-Extracto de chile habanero. 8 chiles/1 lt de agua, fermentar 24 horas. ½ lts preparado para una bomba de 15 lts. Agregar 6 cucharadas de jabón.

-Extracto de ajo. 3 cabezas de ajo/1 lt de agua, fermentar 24 horas. ½ lts preparado para una bomba de 15 lts. Agregar 6 cucharadas de jabón.

-Albahaca. Machacar un manojo de albahaca, agregar un litro de agua, fermentar 24 horas. ½ lts preparado para una bomba de 15 lts. Agregar 6 cucharadas de jabón.

Se recomienda fumigar con el preparado durante tres días seguidos para romper el ciclo de vida del insecto plaga. Fumigar preferentemente en la mañana.

Plantas repelentes: albahaca, epazote, ruda, hierbabuena.

Caldo ceniza (para 100 lts de preparado). Sirve para el control de las plagas del suelo, gusano cogollero, comején, alfilerillo.

20 lts de nijayote, 10 kg de ceniza, 70 lts de agua, 1 jabón zote. La ceniza debe ser colada y el jabón rayado. Se le puede agregar albahaca, chile, ajo cebolla. Se pone a hervir, se revuelve bien y se deja enfriar.

Para el control del gusano cogollero. ½ litro de concentrado en 15 lts agua.

Para árboles frutales. 1 lt de concentrado/ 19 lts agua. Colocar el preparado alrededor del árbol a una distancia de 40-50 cm donde están sus raíces.

Insecticida a base de lejía de ceniza

-Para el control de pulgones y chupadores pequeños en todo tipo de plantas.

Ingredientes

- Ceniza de madera (NO de cartón, plástico, quema de basura o donde se asa carne).
- Agua

La cantidad de agua y ceniza va a depender de la cantidad de insecticida que se desee preparar.

Ceniza	Agua
250 gr	2.5 litros
500 gr	5 litros
1 kg	10 litros
2 kg	20 litros

Preparación para 20 litros

1. Colar 2 kg de ceniza de madera. Disolver los 2 kg de ceniza en un litro de agua, posteriormente agregar 19 litros más de agua.
2. Vaciar la mezcla en un recipiente con tapa y agitar. Dejar reposar la mezcla.
3. Colar la lejía en otro recipiente con ayuda de una tela y cuidando que no se revuelva con lo del fondo. El residuo de ceniza que queda puede agregarse a la composta o incorporarlo al suelo para el control de nematodos.

Dosificación

Una porción de lejía disuelta en tres porciones de agua. Para bomba de 20 litros agregar 5 lts de lejía.

Aplicación

Rociar la planta con el insecticida, especialmente donde presenta problemas, encima y detrás de las hojas. Recomendado aplicar por la tarde noche todos los días hasta eliminar por completo la plaga.

Fertilizante a base de canela

Contiene nutrientes como el magnesio, fosforo, potasio, etc. Además estimula el crecimiento de raíces y mejora la estructura del suelo. Recomendado para todo tipo de plantas.

Ingredientes

- Canela molida
- Agua

Una cuchara de canela por dos litros de agua

Preparación para 4 litros

En un recipiente con tapa colocar 4 litros de agua, agregar 2 cucharadas de canela molida, tapar y agitar para mezclar la canela con el agua.

Aplicación

Aplicar una vez al mes inmediatamente después de prepararlo. Regar la planta o mediante aspersión como foliar. Se recomienda su aplicación en la tarde noche. Si se realiza en el día el producto se evapora rápidamente y no es aprovechado eficazmente por la planta, por otro lado se corre el riesgo de quemar las hojas de la planta.

Fertilizante líquido a base de gallinaza

-Contiene nutrientes como el nitrógeno, fósforo, potasio, etc. recomendado para hortalizas y árboles frutales.

Ingredientes

- gallinaza
- desperdicios de cocina (desechos orgánicos)
- agua

Preparación (¡¡NUNCA TOCAR CON LAS MANOS!!)

1. Llenar un bote de 20 litros con gallinaza, agregar agua hasta cubrir la gallinaza por completo. Dejar en la sombra, sin tapar.
2. En otra cubeta de 20 litros colocar los desperdicios, llenar hasta la mitad, agregar agua hasta el borde. Cubrir con una tela para evitar el nacimiento de gusanos, dejar en la sombra.
3. La gallinaza se deja reposar por 10 días y los desperdicios orgánicos por 12 días, cuidando que no les de sol y moviéndolos con una vara una vez al día.
4. Pasados los días establecidos se cuela tanto la gallinaza como los desperdicios. En un bote con tapa se vierte la mitad del lixiviado de gallinaza y la mitad del lixiviado de los desperdicios orgánicos.

Dosificación

En una cubeta de 20 litros llenarla con agua y agregar un vaso de 10 o 12 onzas del fertilizante preparado, agregar un puño de cal y mezclar bien con una vara.

Aplicación

La porción a utilizar por planta es la del vaso de 12 onzas, aplicar alrededor de la planta una vez a la semana antes de regarlas.

Insecticida a base de ajo

Para pulgones, arañas rojas, ácaros, mosca blanca, gusanos, etc. en hortalizas y frutales.

Ingredientes

- 80 gr de jabón de barra (zote blanco)
- 50 gr de ajo (una cabeza)
- 50 gr de cebolla (1/4)
- 4 litros de agua

Preparación para 4 litros de insecticida

1. Se ralla el jabón, se machacan los ajos o se cortan en pedazos pequeños, posteriormente se pica la cebolla.
2. El jabón, los ajos y la cebolla se colocan en un recipiente, se le agregan 4 litros de agua y se ponen a hervir.
3. Una vez hervida la mezcla se cuela y ya está lista para usarse.

Aplicación

Aplicar cada siete días a primera hora de la mañana o a última hora de la tarde.

Preparación de abonos orgánicos

Elaboración de abono orgánico bocashi

Mejora la fertilidad del suelo a corto plazo y promueve el crecimiento de las plantas.

Materiales a utilizar

- 10 costales de rastrojo picado
- 10 costales de tierra fértil
- 10 costales de estiércol de vaca (desmoronada)
- ½ kg de levadura
- 20 kg de grano molido (6 litros de maíz)
- 20 kg de carbón
- 5 kg azúcar/ 5 litros de melaza

Preparación

1. En un bote de 20 litros disolver la levadura y el azúcar o melaza.
2. En un lugar previamente establecido vaciar el rastrojo, la tierra fértil, el estiércol, el grano molido y el carbón. Revolver mientras se moja con el agua preparada de levadura y azúcar. Agregar el agua suficiente hasta que al tomar una porción de la mezcla esta no gotee y mantenga la forma. Si se ha pasado de humedad se puede agregar más tierra seca.
3. Acomodar la mezcla en la forma de un volcán y tapar con plásticos
4. Los primeros tres días se debe voltear la mezcla dos veces al día, en la mañana y en la tarde para evitar que se queme. Para el cuarto día es posible voltear la mezcla una vez al día. Dependiendo de los materiales utilizados el abono puede estar listo de 15 a 20 días. Una vez terminado puede guardarse en costales en un lugar fresco y seco.

Dosificación: Se recomienda aplicar 15 días antes de la siembra, un kilo por metro cuadrado. Para el cultivo de granos básicos como el maíz se recomienda una segunda aplicación a los 15-25 días de emergencia del cultivo, medio kilo por metro cuadrado. En el caso del maíz el abono puede aplicarse haciendo una pequeña zanja en medio de los surcos, de tres hasta cinco toneladas por hectárea.

Anexo 3. Fotografías



Figura 11. Realización del cuestionario después del recorrido por algunas parcelas.



Figura 12. Cultivos asociados en los SMT.



Figura 13. Cultivo de maíz en los SMC.



Figura 14. Preparación de abono bocashi realizado por el Sr. Maximino García.



Figura 15. Aplicación de abono bocashi. Diversidad de especies frutales y maderables alrededor de las parcelas en los SMT.



Figura 16. Maíz criollo sembrado en los SMT.



Figura 17. Preparación de la materia orgánica para la siembra de lombrices.



Figura 18. Caldo ceniza elaborado por el Sr. Lucino Solano.



Figura 19. La producción de lombricomposta después de 4 meses de haberse establecido la cama.



Figura 20. Tamales de milpa, elaborados a base de maíz, frijol y calabaza.