

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE
DIVISIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE AGRONOMÍA



EVALUACIÓN DE SUSTENTABILIDAD EN AGROECOSISTEMAS DE REFERENCIA Y
ALTERNATIVO EN LAS COMUNIDADES DE VILLA ALICIA Y LAS LAJAS, DEL
MUNICIPIO DE TODOS SANTOS CUCHUMATÁN, HUEHUETENANGO

LILIANA GABRIELA SOTO

Quetzaltenango, mayo de 2019

ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN	1
1.1.	ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.....	9
1.2.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	10
1.3.	JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO	11
1.4.	HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.....	12
1.5.	OBJETIVOS DEL ESTUDIO	13
1.5.1.	General.....	13
1.5.2.	Específicos.....	13
II.	MARCO TEÓRICO	14
2.1.	Agroecosistemas	14
2.2.	Sustentabilidad.....	14
2.3.	La sustentabilidad de los sistemas de manejo de recursos naturales	15
2.4.	El marco MESMIS.....	17
2.5.	Marco referencial.....	20
2.5.1.	Caserío Villa Alicia y Las Lajas, aldea San Martín Cuchumatán, municipio de Todos Santos Cuchumatán, departamento de Huehuetenango	20
2.5.1.1.	Características físico-biológicas	20
2.5.1.2.	Descripción general de la población.....	20
2.5.1.3.	Características socioeconómicas.....	21
III.	MARCO METODOLÓGICO	23
3.1.	Definición del método de investigación	23
3.2.	Metodología seleccionada.....	23
3.3.	Importancia de la metodología MESMIS	23
3.4.	Atributos de análisis de la investigación.....	24
3.5.	Contexto espacial y temporal de la investigación.....	25
3.5.1.	Contexto espacial.....	25
3.5.2.	Contexto temporal	25
3.6.	Características de los informantes (casos).....	25
3.7.	Fuentes de información.....	25

3.8.	Técnicas e instrumentos utilizados en la recopilación de los datos. La validez de los instrumentos de la investigación	26
3.9.	Pasos del trabajo de campo	26
IV.	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	30
4.1.	Caracterización de los agroecosistemas de manejo	30
4.1.1.	Agroecosistema de referencia.....	30
4.1.2.	Agroecosistema alternativo	33
4.1.3.	Cuadro resumen de la caracterización de los agroecosistemas	35
4.2.	Identificación de puntos críticos	36
4.3.	Definición de indicadores	37
4.4.	Medición de indicadores y discusión de resultados	40
4.4.1.	Productividad.....	40
4.4.1.1.	Eficiencia	40
4.4.1.2.	Auto abastecimiento alimentario	42
4.4.2.	Estabilidad confiabilidad y resiliencia.....	44
4.4.2.1.	Erosión	45
4.4.2.2.	Alta dependencia a insumos.....	46
4.4.2.3.	Susceptibilidad a eventos climatológicos extremos.....	47
4.4.2.4.	Pérdidas por plagas y enfermedades.....	48
4.4.2.5.	Dinamización de mercados locales	49
4.4.2.6.	Alta diversificación de productos	50
4.4.3.	Adaptabilidad.....	50
4.4.3.1.	Adopción de tecnologías.....	51
4.4.3.2.	Asesoría técnica	52
4.4.4.	Equidad.....	54
4.4.4.1.	Participación familiar en el trabajo agropecuario	54
4.4.4.2.	Distribución del trabajo familiar.....	55
4.5.	Estandarización de los valores	56
4.6.	Integración de resultados	58
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	60
5.1.	Conclusiones.....	60
5.2.	Recomendaciones	62

VI.	BIBLIOGRAFÍA.....	63
VII.	ANEXOS.....	67
VIII.	CRONOGRAMA GENERAL.....	84
IX.	PRESUPUESTO GENERAL.....	85

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1: Indicadores de pobreza del Caserío Villa Alicia y Las Lajas.....	14
Cuadro 2: Indicadores educativos del área de estudio en el contexto nacional.....	14
Cuadro 3: Resumen de las características de los agroecosistemas de referencia y alternativo.....	28
Cuadro 4: Identificación de puntos críticos en los sistemas de referencia y alternativo..	29
Cuadro 5: Identificación de indicadores utilizados en la evaluación de los sistemas de referencia y alternativo en las comunidades de Villa Alicia y Las Lajas, San Martín Cuchumatán, Todos Santos Cuchumatán.....	30
Cuadro 6. Rendimiento del cultivo de maíz en kg/ha de los agroecosistemas de referencia y alternativo.....	33
Cuadro 7. Rendimiento del cultivo de frijol en kg/ha de los agroecosistemas de referencia y alternativo.....	33
Cuadro 8. Rendimiento del cultivo de papa en kg/ha de los agroecosistemas de referencia y alternativo.....	34
Cuadro 9. Relación beneficio/costo del cultivo de papa en los agroecosistemas de referencia y alternativo.....	35
Cuadro 10. Número de aves consumidas por familia durante un año.....	35
Cuadro 11. kg de maíz/número de meses disponibles para alimentación familiar.....	36
Cuadro 12. kg del cultivo de frijol/número de meses disponibles para cubrir la alimentación familiar.....	37
Cuadro 13. Número de prácticas de conservación utilizadas por los agricultores.....	38
Cuadro 14. Tipo de abonos orgánicos utilizados por los agricultores.....	39
Cuadro 15. Índice de independencia a insumos externos.....	39
Cuadro 16. Porcentaje de pérdidas causadas por eventos climatológicos en el cultivo de maíz y frijol.....	40
Cuadro 17. Porcentaje de pérdidas causadas en los cultivos de maíz y frijol por plagas y enfermedades.....	41
Cuadro 18. Porcentaje de producción destinada al mercado de los cultivos comercializados.....	42

Cuadro 19. Diversidad de especies mediante el índice de Shannon.....	43
Cuadro 20. Tasa de adopción de tecnologías.....	44
Cuadro 21. Índice de adopción de tecnologías.....	44
Cuadro 22. Número de organizaciones que les brindan apoyo a los productores.....	46
Cuadro 23. Número de capacitaciones recibidas por los productores durante el período anual del 2017.....	46
Cuadro 24. Porcentaje de equidad en la participación de los miembros de la familia que trabajan en las actividades agropecuarias.....	47
Cuadro 25. Porcentaje de equidad en el trabajo asumido por cada miembro de la familia...	48
Cuadro 26. Estandarización de los valores obtenidos en la medición de indicadores en los sistemas de referencia y alternativo en las comunidades de Villa Alicia y Las Lajas, San Martín Cuchumatán, Todos Santos Cuchumatán.....	49
Cuadro 27. Características de la población de los caseríos Villa Alicia y Las Lajas.....	75
Cuadro 28. Escala establecida para el cálculo de equidad.....	75
Cuadro 29. Catálogo de prácticas de conservación de suelo.....	75
Cuadro 30. Características de los informantes.....	76
Cuadro 31. Cronograma general de la investigación.....	77
Cuadro 32. Presupuesto general de la investigación.....	78

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1: Esquema general del MESMIS, relación entre atributos e indicadores.....	
Figura 2: Ciclo de evaluación del MESMIS.....	22
Figura 3: Esquema del sistema de manejo de referencia	25
Figura 4: Esquema del sistema de manejo alternativo	27
Figura 5: AMIBA de los resultados obtenidos en a medición de los indicadores para los agroecosistemas de referencia y alternativo evaluados en las comunidades de Villa Alicia y Las Lajas, San Martín Cuchumatán, Todos Santos Cuchumatán, Huehuetenango.....	51
Figura 6: Mapa de ubicación departamental y municipal de las comunidades estudiadas..	74

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Modelo de boleta de encuesta.....	60
Anexo 2. Fórmula para la estandarización de datos.....	74

I. INTRODUCCIÓN

El informe Brundtland, en 1987, definió al desarrollo sustentable como aquel que es capaz de satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las propias. Sin embargo, el término sustentabilidad aún es muy complejo debido a que existen diferentes puntos de vista en la definición del mismo, por ello surge la necesidad de convertir los principios de este término en definiciones prácticas y funcionales.

La evaluación de sustentabilidad es de mucha importancia en el proceso de fortalecimiento de los sistemas de manejo de recursos naturales, como medio para generar alternativas e impulsar un cambio. El Proyecto Buena Milpa, que tiene dentro de sus objetivos, fomentar la innovación para reducir la malnutrición, aumentar la seguridad alimentaria nutricional (SAN), y la sustentabilidad en sistemas productivos del altiplano occidental de Guatemala, en búsqueda de la institucionalización de innovación agrícola y pecuaria dentro del sistema milpa, forma parte del grupo de actores que buscan generar un cambio en el manejo de los agroecosistemas.

Sin embargo, la agricultura del altiplano abarca una gran diversidad de contextos ambientales y socioeconómicos que dan diferentes niveles de respuesta, debido a que el desarrollo de las unidades de producción es gradual y diferente en cada región. Por ello, el Proyecto Buena Milpa optó por la evaluación de la sustentabilidad a través del Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de recursos naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS).

A partir de lo anterior, esta investigación tuvo como objetivo, caracterizar dos agroecosistemas, uno de manejo alternativo y otro de referencia, para conocer el fundamento de cada uno de ellos y luego poder establecer indicadores de evaluación que permitieran hacer una comparación longitudinal de los mismos, bajo los enfoques económicos, ambientales y sociales, lo cual permitió comprobar la hipótesis planteada e identificar cual de los dos agroecosistemas se acerca a un estado de mayor sustentabilidad para que de acuerdo a ello se pudieran recomendar futuras líneas de acción que les permitan alcanzar un desarrollo más integral.

El estudio se realizó en dos comunidades del municipio de Todos Santos Cuchumatán, departamento de Huehuetenango, las cuales fueron seleccionadas a partir de sus características de intervención por parte del proyecto y la institución aliada dentro del área, además de sus características bio físicas y socioeconómicas particulares que se adecúan a las condiciones que toman en cuenta estas organizaciones para desarrollar planes de trabajo con resultados potenciales.

El informe de esta investigación contiene toda la información respecto a las bases que la fundamentaron, mediante la presentación de los antecedentes, planteamiento y justificación del problema que pretendió resolver, así como la descripción de la metodología utilizada para alcanzar los objetivos planteados y lograr aceptar o rechazar la hipótesis estipulada. Además, incluye una presentación muy detallada de los resultados obtenidos y el análisis correspondiente a los mismos, desde la caracterización de los agroecosistemas en cuestión, la medición de 20 indicadores de sustentabilidad, hasta la integración de los mismos mediante una gráfica AMIBA para la comparación de los valores en ambos sistemas, lo cual permitió como último paso, establecer conclusiones y recomendaciones pertinentes al tema en cuestión.

1.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

La región centroamericana ha sufrido con frecuencia de eventos climáticos extremos que han provocado vulnerabilidades y pérdidas considerables en áreas agrícolas, a lo cual contribuye la situación económica, las tecnologías y niveles de organización (CEPAL. 2013).

Todos los desastres que se producen ponen en evidencia las condiciones socioeconómicas, culturales y ambientales que existen en los diferentes territorios. Los impactos producidos por estos desastres se acumulan y su frecuente sucesión provoca la pérdida de resiliencia, es decir, la capacidad de sobreponerse ante un nuevo suceso, lo que reduce la capacidad de alcanzar un bienestar (Brenman, 2016).

El altiplano occidental de Guatemala cuenta con un importante número de familias rurales que basan un alto porcentaje de su alimentación y economía en el sistema de producción diversificado, al que se reconoce como abastecimiento alimentario y generación de ingresos a partir de excedentes, ya que incluye un componente importante de producción animal de traspatio y cultivos agrícolas, el cual marca relaciones de compromiso con la producción, especialmente en lo referido al consumo de granos básicos.

Ante estas situaciones se han generado cambios en los diferentes sistemas productivos, tratando así de aumentar la rentabilidad y productividad de ellos. Sin embargo, no siempre se han tomado en cuenta todas las interacciones que se dan dentro de estos, dejando de lado aspectos ecológicos importantes y enfocándose únicamente en los productivos.

Los cambios propuestos, generalmente se definen sin considerar factores particulares de las áreas hacia las cuáles están dirigidos, por lo que los resultados que se obtienen no logran cumplir los objetivos que se plantearon para los mismos. Por tal razón surge la necesidad de evaluar la sustentabilidad a largo plazo de estos nuevos sistemas comparando aspectos ambientales, sociales y económicos para establecer los resultados concretos obtenidos en el desarrollo de los mismos en el período de tiempo que ha durado la intervención.

Sin embargo, en la actualidad, los métodos de evaluación existentes solo dan una perspectiva parcial y se enfocan más en la creación de índices e indicadores que se dirigen a un área de manejo específico tomando aspectos como productividad y rentabilidad únicamente, sin incluir los que están ligados a ellos, tales como: confiabilidad, resiliencia, estabilidad, adaptabilidad, equidad y autogestión.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La región del altiplano del país se caracteriza por tener sistemas agrícolas convencionales en los cuales predomina la interacción de cultivos como maíz y frijol que son la fuente de alimento para la mayoría de las familias. Esta interacción, en la mayoría de los casos, no representa una fuente óptima para el desarrollo, ya que tiende a ser muy cambiante y frágil desde el punto de vista productivo, además de ser más vulnerable por presentar escasas interacciones con otros sistemas.

Por otra parte, en esta región se encuentran diferentes instituciones que buscan implementar agroecosistemas alternativos más diversificados con el fin de ampliar las oportunidades y conseguir una mayor estabilidad, pero los efectos a largo plazo son inciertos ya que de cierta forma se hace dependiente a los sistemas de fuentes externas que, con el paso del tiempo, podrían provocar un desequilibrio aún mayor en los aspectos sociales, económicos y ambientales.

La generación de estas nuevas alternativas de manejo, traen consigo la necesidad de evaluar el grado en que estas se encuentran en relación al concepto de sustentabilidad que se busca alcanzar con ellas, requiriendo nuevos esquemas de evaluación que permitan determinar de manera efectiva y reconocer adecuadamente los esfuerzos que se realizan en función de alcanzar un mejor equilibrio ecológico y socioeconómico.

Tomando en cuenta las dificultades que presenta la búsqueda de hacer operativo el concepto de sustentabilidad para poder evaluar de acuerdo a este, distintos proyectos o agroecosistemas, y convertirlo en algo tangible mediante la integración de indicadores enfocados a cubrir los aspectos socioeconómicos y ambientales, la comparación de un sistema alternativo con uno tradicional fundamenta la posibilidad de lograrlo.

De aquí surgen las siguientes preguntas de investigación: ¿Por qué evaluar la sustentabilidad?

¿Existen diferencias específicas entre los agroecosistemas de referencia agrícolas (maíz, frijol y cucurbitáceas) y los agroecosistemas alternativos agropecuarios conformado por (maíz, frijol, cucurbitáceas, hortalizas, frutales y especies de ganado menor) que son impulsadas por instituciones externas en el contexto de los territorios estudiados?

Las diferencias existentes ¿Permitirán definir en base a indicadores establecidos de acuerdo a las particularidades de cada caso, qué agroecosistema (de referencia o alternativo) es más sustentable en el ámbito económico, social y ambiental?

1.3. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

Un agroecosistema sustentable mejora la calidad de vida de las personas, haciendo que este funcione en el presente sin poner en riesgo los componentes que en él interactúan para las futuras generaciones, tomando como ejes primordiales: el crecimiento económico, la equidad social y, sobre todo, la protección y conservación del medio ambiente.

En Guatemala, principalmente en las áreas rurales, existe baja sustentabilidad en los agroecosistemas, debido a que en los últimos años ha existido mayor dependencia hacia los insumos externos, teniendo como resultado la disminución de la fertilidad en los suelos por malas prácticas agrícolas y pecuarias, por falta de capacitaciones y asesoramientos técnicos hacia las personas del área rural, entre otros; los efectos de la baja sustentabilidad se ven reflejados en bajos rendimientos productivos de los cultivos, en procesos deficientes y prolongados de mejora de los sistemas y, por último, en la baja calidad de vida de los agricultores.

A partir de lo anterior, organizaciones gubernamentales y no gubernamentales han desarrollado y desarrollan continuamente actividades dentro de estas comunidades con el objetivo de mejorar el manejo de los recursos dentro de los agroecosistemas y contrarrestar la problemática antes mencionada, sin embargo, estas intervenciones generalmente no son evaluadas o monitoreadas para determinar si las acciones que se están realizando están teniendo un verdadero impacto en los procesos que se tienen como objetivo mejorar, creando incertidumbre en relación al cumplimiento de los mismos y al aprovechamiento de los recursos invertidos en búsqueda de un cambio positivo dentro de este contexto.

Por tal razón, surgió la necesidad de realizar una evaluación de los agroecosistemas de referencia y alternativo utilizando indicadores de sustentabilidad, para determinar las características de los mismos y definir en qué aspectos específicos del manejo particular de cada uno de ellos se encuentran las fortalezas y debilidades, permitiendo establecer a partir de esto, una línea base que indica la dirección correcta a seguir, en búsqueda del acercamiento a un estado de sustentabilidad más alto, tomando en cuenta aspectos de productividad, estabilidad, adaptabilidad, equidad, autogestión y otros.

Los sitios de evaluación se eligieron de acuerdo a las vulnerabilidades que presenta cada uno de ellos y a las condiciones o índices de pobreza y desnutrición existentes en los mismos, tomando en cuenta que el Proyecto Buena Milpa, en coordinación con la organización aliada dentro del área, centralizan su trabajo a fin de reducir la inseguridad alimentaria y nutricional en la misma, fundamentando la realización del estudio en el área asignada.

1.4. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

El agroecosistema alternativo, según sus características particulares, es más sustentable que el agroecosistema tradicional o de referencia.

1.5. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

1.5.1. General

- 1.5.1.1. Evaluar la sustentabilidad de un agroecosistema de referencia y de un agroecosistema alternativo bajo el enfoque de la metodología MESMIS en las comunidades Villa Alicia y Las Lajas, San Martín Cuchumatán, Todos Santos Cuchumatán, Huehuetenango.

1.5.2. Específicos

- 1.5.2.1. Caracterizar los agroecosistemas de referencia y alternativo bajo los aspectos sociales, económicos y ambientales.
- 1.5.2.2. Establecer indicadores que permitan la comparación entre agroecosistemas para definir el más autosustentable a partir de la medición particular de cada uno de ellos.
- 1.5.2.3. Proponer recomendaciones técnicas que promuevan la sustentabilidad en ambos agroecosistemas.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Agroecosistemas

Hart (1985), define al agroecosistema como un ecosistema que cuenta, por lo menos, con una población de utilidad agrícola. Independientemente de la definición que se tome, queda en claro que, a diferencia de los ecosistemas naturales, los agroecosistemas tienen un objetivo, un propósito: la producción de alimentos, fibras, combustibles, ingresos, entre otros y, por lo tanto, un responsable del manejo; el ser humano. Este decide intervenir en la estructura natural de un ecosistema para cambiarlo y obtener de él otros productos que considera de mayor utilidad. Para eso tiene que distribuir y manipular en el tiempo y el espacio sus componentes para entender y dirigir las interrelaciones entre ellos. Es decir, los actores involucrados, manejan ecosistemas en forma consciente o inconsciente. Pero el ser humano no actúa o vive solo, sino que vive en una comunidad y decide su grado de intervención y sus objetivos a través de complejos mecanismos de decisión que involucran sus valores, creencias y conocimientos, dentro de un contexto socioeconómico y político determinado. Sin embargo, en los sistemas de producción a gran escala, como señala Mitchell (1984), la distribución de cultivos está mayormente determinado por los factores económicos.

Cada agroecosistema tiene su propio potencial de diversidad que está dado por las condiciones agroclimáticas de la zona, características geográficas, etc. Pero, sin duda, uno de los factores que más influyen el grado de diversidad de los agroecosistemas es el relacionado con los objetivos y características socioculturales de los agricultores, su conocimiento y valoración de la biodiversidad (Gargoloff et al., 2009, 2010, Vicente y Sarandón, 2013, Nosedá et al., 2011). La diversidad cultural es, sin dudas, parte de la agrobiodiversidad (UNEP, 2000). Sólo preservando los saberes, valores, conocimientos, culturas de los agricultores, se podrán conservar la diversidad de cultivos y la diversidad asociada a estos (Sarandón, 2009).

La eficiencia y el tipo de energía utilizada son una de las grandes diferencias entre los ecosistemas naturales y los agroecosistemas. En un ecosistema natural la principal fuente de energía es el sol, a excepción de algunos ecosistemas donde la fuerza de las mareas tiene un rol importante como en regiones costeras. La cantidad de la energía que efectivamente llega al sistema depende de las condiciones (latitud, altitud) del ecosistema en cuestión y de la época del año (Sarandón y Flores, 2014).

En un agroecosistema, el uso de energía proveniente de otras fuentes es importante, dependiendo de la intensidad de los sistemas de manejo y de los estilos de agricultura seleccionados. En sistemas altamente industrializados, como los cultivos en invernáculos con fertirriego, o los sistemas de cría intensiva de animales, puede ser enorme. Esta energía entra al sistema no sólo en forma de combustibles (directa), sino en forma indirecta en la energía necesaria para la fabricación de los insumos o maquinarias (plaguicidas, fertilizantes, riego, tractor, etc.) (Sarandón y Flores, 2014).

2.2. Sustentabilidad

Aunque existen actualmente fuertes discusiones sobre la definición más adecuada para el término de sustentabilidad y otros relacionados al desarrollo sustentable o al desarrollo de la agricultura bajo este enfoque (Masea *et al.*, 2000), debe comprenderse que la sustentabilidad no es un concepto unidimensional si no que refiere a un estado de relación entre aspectos ambientales, económicos y sociales y no puede referirse a uno solo de ellos (Astier *et al.*, 2008).

La sustentabilidad además es considerada como un concepto dinámico dado que no pueden establecerse ideales predefinidos a alcanzar debido a que es importante tomar en cuenta cuestiones específicas encontradas en el momento, incluyendo situaciones relacionadas los temas de equidad de género, organización, disponibilidad de recursos, entre otras, estas características fundamentan al proceso como algo cambiante que dependerá de los caminos elegidos para lograr ciertas metas trazadas, trabajar con una visión a largo plazo intentando entender las dinámicas socio ambientales existentes en el tiempo y el espacio serán cuestiones claves a considerar para alcanzar dichas metas (Astier *et al.*, 2008).

La definición de ciertos principios o atributos generales que deben caracterizar a los sistemas de manejo sustentables permitirán hacer operativo el concepto de sustentabilidad, estos atributos, como productividad, confiabilidad, autogestión, equidad y otros que permitirán comprender la capacidad que tienen los socio-ecosistemas de ser sustentables de acuerdo con estas propiedades que se han probado como fundamentales en la sustentabilidad. (Astier *et al.*, 2008).

2.3. La sustentabilidad de los sistemas de manejo de recursos naturales

Autores como Masera *et al.* (2000) y Levins y Vandermeer (1990) coinciden en que la agricultura sustentable busca optimizar sus procesos con el objetivo de mantenerse a largo plazo destinando los esfuerzos realizados al agroecosistema en su conjunto, enfatizando en que es necesario trabajar con una perspectiva sistémica y así cubrir una multiplicidad de objetivos.

Así mismo, estos autores establecen que los aspectos considerados para alcanzar un estado de sustentabilidad deben enfatizar en el establecimiento de metas múltiples de producción, además de mantener la productividad a través del sostenimiento de los rendimientos a lo largo del tiempo, de distribuir equitativamente los costos y beneficios dados con la producción agrícola, la consideración de aspectos sociales y culturales como el rescate y la conservación del conocimiento tradicional a través de la utilización crítica de las prácticas de manejo establecidas por diferentes etnias y culturas con el fin de reducir las desigualdades actuales en el acceso a los recursos, reducir la incertidumbre y la vulnerabilidad, proteger la salud de los trabajadores y consumidores agrícolas, buscando obtener un impacto medio ambiental negativo mínimo, mejorando la eficiencia biológica del sistema. Para ello se intentan desarrollar prácticas, tecnologías y sistemas de manejo adaptados a la diversidad de condiciones ecológicas, sociales y económicas locales (Masera *et al.*, 2000).

Relacionado a lo anterior, Altieri (1987) y Reijntjes *et al.* (1992) establecen que el aumento de la sustentabilidad de un agroecosistema desde el punto de vista ambiental, dependerá del manejo de los siguientes procesos:

- Disponibilidad y equilibrio del flujo de nutrientes.
- Protección y conservación de la superficie del suelo.
- Preservación e integración de la biodiversidad.
- Explotación de la adaptabilidad y complementariedad en el uso de recursos genéticos animales y vegetales.

Y desde el punto de vista socioeconómico, los mismos autores mencionan que existen varios mecanismos básicos para impulsar una agricultura sustentable, dentro de los cuales se incluyen los siguientes:

- La efficientización de los procesos productivos aprovechando los sinergismos entre distintas actividades económicas.
- El fortalecimiento de los mecanismos de cooperación y solidaridad locales, así como la participación efectiva de los involucrados en la generación, puesta en práctica y evaluación de las diferentes alternativas de manejo de recursos naturales.
- La potenciación de las capacidades y habilidades locales, favoreciendo la autogestión mediante procesos de capacitación y educación participativa.
- El mantenimiento de un respeto por las diferentes tradiciones culturales y el fomento de la pluralidad cultural y étnica.

Para lograr lo anterior es necesario que se conceptualice y entienda que los sistemas de manejo de recursos naturales son complejos y que el incremento o decremento de la sustentabilidad dependerá de los componentes del mismo y de sus interacciones, a pesar de que cada sistema posee sus propias características en relación a sus condiciones biofísicas, sociales, económicas, ambientales y otras, existen factores limitantes que estarán influenciadas de acuerdo al manejo de estos, el ingreso familiar, la migración familiar, el nivel organizacional, el acceso a recursos provenientes del área forestal como madera o leña o la dependencia a la utilización de los mismos, los costos de insumos agrícolas, entre otros, se incluyen como dichos condicionantes al manejo que tendrán los actores sociales sobre los mismos sistemas (Ostrom, 2009).

Astier *et al.* (2008) además, menciona que dentro de los principales problemas que afectan la sustentabilidad de los sistemas de manejo se encuentra la debilidad en los sistemas de producción campesina relacionada a los siguientes aspectos:

- Bajos rendimientos y rentabilidad de los sistemas productivos
- Degradación de recursos locales
- Alta vulnerabilidad medioambiental
- Pérdida de diversidad biológica, agrícola y cultural
- Falta de mano de obra
- Alta dependencia de insumos y recursos externos
- Falta de empleo y alta migración
- Deterioro de la capacidad organizativa de las comunidades

Todos los aspectos mencionados anteriormente entonces deberán ser tomados en cuenta al momento de intentar hacer operativo el concepto de sustentabilidad identificando los atributos generales de los agroecosistemas y a partir de ello guiar el análisis de los aspectos más relevantes al momento de evaluar la sustentabilidad de los sistemas de manejo de recursos naturales (Masera *et al.*, 2000).

2.4. El marco MESMIS

El Marco de Evaluación de los Sistemas de Manejo de recursos naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad -MESMIS- constituye una herramienta desarrollada con el objetivo de contrarrestar ciertas limitantes encontradas en las evaluaciones de sustentabilidad (Astier *et al.*, 2008).

El MESMIS en contraste a metodologías propuestas al inicio del surgimiento de las evaluaciones que conllevaban el proceso como algo lineal para obtener como resultado únicamente una calificación numérica entre opciones de manejo, este contempla la evaluación como un proceso cíclico en donde el análisis realizado al final del mismo busca determinar elementos concluyentes que permitan proponer mejoras en los sistemas de manejo de recursos naturales, este proceso además es retroalimentativo pues a través de una reflexión crítica realizada al finalizar la evaluación en un primer tiempo pueden brindarse propuestas de evaluación en un segundo tiempo y con ello mejorar las posibilidades de éxito de las alternativas de manejo establecidas, incluye además un enfoque participativo y a diferentes escalas para comprender las posibilidades y limitantes de sustentabilidad integrando aspectos económicos, sociales y ambientales de los sistemas de manejo. El MESMIS presenta una flexibilidad en su estructura que permite que este sea adaptable a evaluaciones con equipos técnicos con diferentes capacidades o disponibilidad de información (Astier *et al.*, 2008).

Este marco y otros casos como el FESLM y CIFOR establecidos específicamente para sistemas forestales, han evolucionado metodológicamente con el objetivo de traspasar las limitantes de ser herramientas que solo generan listas de indicadores de sustentabilidad a marcos de evaluación que poseen una mayor coherencia en la derivación de indicadores y su monitoreo, lo que tiene como respuesta una integración y optimización en la obtención de los resultados, agilizando el proceso de estudio, de la misma manera en la utilización de técnicas gráficas que integran los resultados obtenidos para realizar un análisis de criterios múltiple facilitando el trabajo de interpretación de resultados, teniendo como ejemplos el diagrama AMIBA propuesto por Ten Brink en 1991 y otros mapas específicos para la evaluación de sustentabilidad propuestos por Clayton y Radcliffe en 1996, (Astier *et al.*, 2008).

El marco MESMIS concibe a la sustentabilidad de forma dinámica y por lo tanto la evaluación de los sistemas de manejo sustentables que son aquellos que permanecen en constante cambio teniendo la capacidad de mantener su funcionalidad mediante transformaciones y autorregulaciones, debe realizarse específicamente para un determinado espacio, tiempo y contexto ambiental y socioeconómico para lo cual el análisis de estas capacidades dentro de este marco se realiza mediante ciertas propiedades fundamentales denominadas atributos, que son: productividad, resiliencia, confiabilidad, estabilidad, autogestión, equidad y adaptabilidad (Astier *et al.*, 2008).

Operativamente, el MESMIS en su evaluación cíclica que se fundamentan por un proceso dinámico, donde cada ciclo se constituye por seis pasos, el primero busca caracterizar los sistemas de manejo a evaluar, el tradicional o de referencia que predomina en la región y el alternativo que se constituye por efectuar modificaciones en relación a su manejo, la caracterización incluye la definición del contexto socioambiental de los sistemas, así como la definición de las escalas temporal y espacial de la evaluación. Para ello se deben describir de manera clara los componentes

del sistema, las interacciones entre estos y las características de las prácticas agropecuarias y forestales realizadas dentro del mismo, así como las características socioeconómicas y organizativas de los productores que las realizan (Masera *et al.*, 1999).

En el segundo paso del ciclo, se determinan cuáles aspectos positivos y permiten hacer a los sistemas a evaluar que sean capaces de mantenerse en el tiempo o aquellos negativos que limitan esa capacidad, proceso que establecerá concretamente los puntos en donde los agroecosistemas son más vulnerables o potenciales y con ello centrar las dimensiones para manejar el problema bajo análisis; en esta etapa. Astier *et al.* (2008) deben realizarse grandes esfuerzos con el objetivo de sintetizar todos aquellos puntos encontrados para lograr resultados verdaderamente útiles en la evaluación (Masera *et al.*, 1999).

El tercer paso permitirá evaluar el grado de sustentabilidad de los sistemas bajo análisis a través de la identificación de diferentes indicadores que son particulares a los procesos de los que forman parte, estos se relacionan a través de los criterios de diagnóstico con los atributos generales de la sustentabilidad mencionados anteriormente, estos criterios representan un nivel de análisis más detallado que los atributos pero menos que el de los indicadores; este vínculo permite que la evaluación se realice de manera efectiva y coherente, pues los indicadores responden directamente a uno o más atributos de sustentabilidad. Debido a que los indicadores son establecidos específicamente para evaluar los sistemas según las características de cada uno de ellos no existe una lista predefinida o universal (Bakkes *et al.*, 1994 citado por Astier *et al.*, 2008). A continuación, se representa de manera gráfica el vínculo entre atributos, criterios de diagnóstico e indicadores.

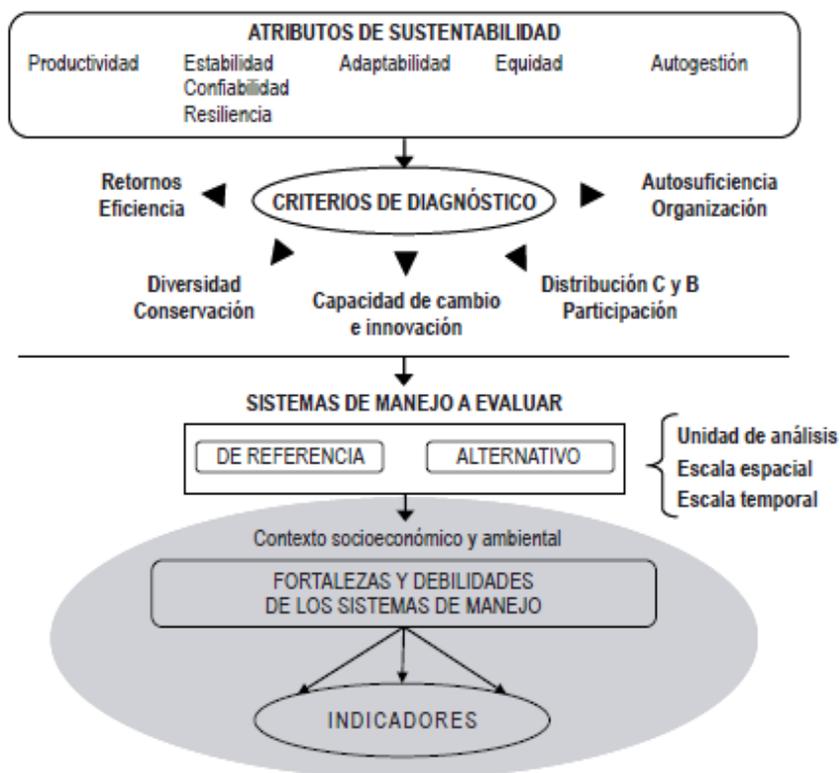


Figura 1: Esquema general del MESMIS, relación entre atributos e indicadores
Fuente: Masera *et al.*, 1999

El monitoreo y medición de los indicadores establecidos en el paso anterior constituye el cuarto paso del ciclo, en donde se busca realizar dicho proceso a partir de la definición adecuada del procedimiento a utilizar de acuerdo a las características de cada indicador, (Astier *et al.* 2008), recomienda tomar en cuenta métodos que incluyan el monitoreo durante cierto lapso de tiempo, el análisis de series históricas o el modelaje de variables debido a que la sustentabilidad refiere al comportamiento de los sistemas de manejo a lo largo del tiempo (Maserá *et al.*, 1999).

En el quinto paso, luego de la medición de los indicadores, se integran los resultados obtenidos a través de herramientas que permitan sintetizar la información obtenida y con ello determinar la mejor vía para emitir el juicio sobre los sistemas de manejo en relación a su sustentabilidad. Los métodos elegidos para realizar esta tarea deben poseer características multicriterio para que la presentación de resultados sea clara y permita demostrar fácilmente las fortalezas o debilidades de los sistemas de manejo. Dentro de las técnicas propuestas para este proceso se incluye la utilización de técnicas gráficas como el método AMIBA, en el cual se desarrolla una gráfica radial con varios ejes que representan los indicadores establecidos y sobre los cuales se ubican los valores obtenidos en la medición de cada sistema, para ser analizados con respecto a un valor óptimo o de referencia, lo que permite una comparación sencilla de las características de los sistemas analizados (Maserá *et al.*, 1999).

Por último, el sexto paso del ciclo incluye la emisión de un juicio de valor sobre los sistemas de manejo evaluados a través de la valoración de la sustentabilidad para cada uno de ellos mediante los análisis realizados en el quinto paso y la discusión sobre cuáles son los elementos que permiten o limitan mejorar su sustentabilidad y, a través de ello se puedan plantear recomendaciones y estrategias en función de mejorar dichas condiciones. Con este paso se finaliza el primer ciclo de evaluación y a partir de este se puede determinar la necesidad de iniciar uno nuevo a través de la reflexión crítica de los resultados obtenidos y de la definición de nuevas metodologías a implementar dentro de cada sistema que resultará en una nueva caracterización de estos arrojando claramente un nuevo ciclo de evaluación (Maserá *et al.*, 1999).

2.5. Marco referencial

A continuación, se presenta información bio física y socioeconómica referida a las comunidades donde se efectuó la evaluación utilizando la metodología MESMIS.

2.5.1. Caseríos Villa Alicia y Las Lajas, aldea San Martín Cuchumatán, municipio de Todos Santos Cuchumatán, departamento de Huehuetenango

Las comunidades estudiadas se encuentran dentro de la Microcuenca del Río Limón Bajo que está ubicada en la región Nor-Occidental de Guatemala, pertenece a la Sub-Cuenca del Río Chanjón, en la parte media de la Cuenca del Río Selegua, que drenan hacia la Vertiente del Golfo de México; ubicada en el municipio de Todos Santos Cuchumatán, departamento de Huehuetenango. La Microcuenca posee una extensión superficial de 1,895 hectáreas (Alonzo *et al.*, 2018).

2.5.1.1. Características físico-biológicas

- **Altitud:** desde los 1,620 a 3,400 msnm; con una pendiente media del 49 %. (MAGA, 2000). En la Microcuenca existe una diferencia altitudinal de 1,780 metros, lo cual permite el establecimiento de diferentes tipos de cultivos agrícolas. La pendiente promedio indica que el área tiene un uso potencial para actividades forestales o agroforestales (Alonzo *et al.*, 2018).
- **Clima:** el predominante es templado subhúmedo con inviernos benignos y lluvias en verano (MAGA, 2000).
- **Temperatura:** la temperatura promedio anual es de 10 a 18 °C (INSIVUMEH, 2015). Las temperaturas bajas existentes limitan el establecimiento de ciertos cultivos agrícolas principalmente hortalizas (Alonzo *et al.*, 2018).
- **Humedad relativa:** la humedad relativa va de 80 a 89 % (INSIVUMEH, 2015).
- **Precipitación:** la época lluviosa comprende los meses de mayo a octubre, con precipitación promedio anual entre los 1,000 a 1,200 mm (INSIVUMEH, 2015). Los niveles y tiempo de precipitación hacen posible el cultivo de diferentes especies agrícolas: maíz, café, frutales entre otros (Alonzo *et al.*, 2018).
- **Zona de Vida:** las comunidades a estudiar se encuentran dentro del diagrama según Holdridge, Zona de Vida Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical (bh-MB).

2.5.1.2. Descripción general de la población

Alonzo *et al.* (2018) afirma que en las comunidades estudiadas se encuentran un total de 488 habitantes distribuidos en 88 viviendas, con un 53 % de población femenina; además un 85 % pertenecen a la etnia Mam y un 15 % es ladina.

La población menor a 19 años es mayoritaria y corresponde a un 58.40 % de la población total. La población considerada económicamente activa se encuentra entre las edades de 20 a 50 años y corresponde al 28.70 % de la población total. Las personas mayores a 50 años son el 12.90 % de la población total. Ver el cuadro 27 de descripción de las características de la población en la sección de anexos.

2.5.1.3. Características socioeconómicas

- **Indicadores de pobreza**

Para las comunidades a estudiar no existen datos específicos de pobreza y pobreza extrema por lo que se considera como referencia la información que existe para el municipio de Todos Santos Cuchumatán.

Cuadro 1: Indicadores de pobreza del Caserío Villa Alicia y Las Lajas

Nivel	Pobreza general (%)	Pobreza extrema (%)
Nacional	54.30	16.80
Departamental	78.30	30.30
Municipal	88.50	43.70

Fuente: Plan de Desarrollo Municipal (PDM) de Todos Santos Cuchumatán, 2010.

- **Indicadores educativos**

En el contexto nacional y departamental, el municipio de Todos Santos Cuchumatán tiene niveles educativos bajos, principalmente los relacionados al porcentaje de niños que culminan su educación primaria.

Cuadro 2: Indicadores educativos del área de estudio en el contexto nacional

Nivel	Tasa neta de escolaridad primaria (%)	Tasa de terminación primaria (%)	Tasa de alfabetización entre 15 y 24 años (%)
Nacional	95.06	60.50	80.50
Departamental	92.37	46.53	71.58
Municipal	87.90	47.70	62.92

Fuente: Plan de Desarrollo Municipal (PDM) de Todos Santos Cuchumatán, 2010.

- **Indicadores de salud**

Los servicios de salud son prestados por el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social - MSPAS-, mediante dos centros de salud localizados en la cabecera municipal y en la aldea San Martín Cuchumatán, catalogados como Tipo “B”, que disponen de un médico, una enfermera y un auxiliar de enfermería para atender emergencias, tratamientos curativos y preventivos (SEGEPLAN, 2010).

- **Seguridad alimentaria**

De acuerdo con la información obtenida de los Resultados de la Categorización de las comunidades en Riesgo de Inseguridad Alimentaria y Nutricional para el año 2009, en el municipio de Todos Santos Cuchumatán, el porcentaje de prevalencia es de 67.4% que indica que por cada 100 niños 67 tienen un retardo de crecimiento; de este porcentaje. La Organización Mundial de la Salud (OMS) establece como aceptable un 2.5 % de prevalencia para una población normal. Este indicador ubica al municipio de Todos Santos en la categoría de vulnerabilidad nutricional muy alta. Lo que significa que los niños están en desventaja por tener además una disminución en su capacidad de aprendizaje, desempeño físico y sistema inmunológico (SEGEPLAN, 2010).

De acuerdo a los datos proporcionados por el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS), el Instituto Nacional de Estadística (INE) y la Secretaría de Panificación y Programación de la Presidencia (SEGEPLAN) en el 2017, Huehuetenango se encuentra dentro de los departamentos con los porcentajes de desnutrición más altos a nivel nacional. En relación a la desnutrición crónica (talla para edad) el porcentaje supera el promedio nacional (47 por ciento) con un valor de 68 por ciento. Por su parte, la desnutrición global (peso para edad) tiene a nivel nacional un promedio de 13 por ciento, el cual, el departamento supera con un valor de 20 por ciento, encontrándose dentro de los niveles más altos.

- **Aspectos culturales**

En el municipio la población indígena es mayoritaria (84.66%), identificándose como integrantes de la etnia maya Mam. El 01 de noviembre se celebran en la cabecera los bailes folklóricos llamados “El Venado” y “El Torito”. Además, se realizan otras actividades como la corrida de caballos que reúne a la mayoría de los habitantes de los pueblos cercanos y a turistas nacionales e internacionales (SEGEPLAN, 2010).

- **Actividad económica**

En las comunidades evaluadas, la principal actividad a la cual se dedican los habitantes y a partir de la cual obtienen sus ingresos, es la agricultura, enfocándose específicamente a la producción de cultivos anuales como el maíz, frijol, papa y brócoli; estas comunidades se caracterizan por desarrollarse bajo el enfoque de una agricultura familiar de subsistencia y de transición a excedentaria; la elaboración de textiles por las mujeres en los hogares se incluye como actividad complementaria para la obtención de ingresos económicos (Alonzo *et al.*, 2018).

- **Servicios básicos**

Energía eléctrica

En el municipio, el 70% de la población cuenta con energía eléctrica suministrada por la empresa Distribuidora Eléctrica de Occidente S.A. -DEOCSA-, dentro de este porcentaje se incluyen a las comunidades estudiadas. Sin embargo, de manera general, el consumo de energía eléctrica es limitado por el incremento constante en el costo provocado por la falta de control hacia la distribuidora que maneja de forma arbitraria los precios del servicio (SEGEPLAN, 2010).

III. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Definición del método de investigación

El método de investigación mixta es la integración sistemática de los métodos cuantitativo y cualitativo en un mismo estudio con el fin de obtener una visión más integral del fenómeno. Este método se caracteriza por ser incluyente, plural e integrador.

Dentro de la investigación mixta el método cuantitativo se encarga de recoger, procesar y analizar los datos cuantitativos o numéricos, mientras que el cualitativo permite hacer variadas interpretaciones de la realidad y de los datos obtenidos en la investigación. Esto permite combinar las fortalezas de ambas metodologías para obtener datos complementarios acerca de un mismo problema de forma simultánea para integrarlos y obtener una mayor comprensión.

3.2. Metodología seleccionada

Para la investigación se eligió el Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de recursos naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad, MESMIS, debido a que es una herramienta metodológica que apoya el proceso de desarrollo sustentable de una forma incluyente.

Para el caso del Proyecto Buena Milpa se ha optado por esta metodología debido a que permite realizar una evaluación de la sustentabilidad, enfatizando en la participación de los productores campesinos, pues este proyecto busca fomentar la innovación para reducir la malnutrición y aumentar la seguridad alimentaria y sustentabilidad en los agroecosistemas del área rural.

Con esta metodología se evaluó la sustentabilidad de forma comparativa, mediante la confrontación del sistema alternativo con un sistema de referencia o tradicional para brindar una reflexión crítica destinada a mejorar las posibilidades de éxito de las propuestas de manejo de los actores involucrados.

3.3. Importancia de la metodología MESMIS

La importancia del Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales radica en comprender de manera integral las fortalezas y debilidades para identificar la sustentabilidad de los agroecosistemas que surgen a partir de las interacciones del contexto ambiental, social y económico.

Proporciona un análisis crítico y profundo mediante la comparación de un agroecosistema de referencia con un sistema alternativo para mejorar las propuestas de sistemas de manejo alternativos, los propios proyectos involucrados en la evaluación y el involucramiento participativo de los actores. Además, la metodología presenta un proceso de retroalimentación continua de las evaluaciones.

El método cuantitativo se incluye en la metodología del MESMIS, al definir para cada atributo, un criterio y punto crítico relacionado a la sustentabilidad de los sistemas de manejo y un indicador medible o verificable que determina el desempeño de los criterios seleccionados tomados como los estándares bajo los cuales se efectúan los juicios o decisiones según las características de los

sistemas. Estas mediciones se realizan a partir de herramientas que se adecúen a los objetivos de las mismas y a las características o condiciones del lugar en donde se realizó el estudio.

Los métodos cualitativo y comparativo se encuentran inmersos en la metodología, el primero a partir de la ejecución de las caracterizaciones de los sistemas de manejo a través de la recopilación de información en campo utilizando técnicas participativas con los actores involucrados (encuestas, grupos focales, entrevistas semiestructuradas, observación de parcelas, entre otras) y del análisis de la información posterior a la medición y monitoreo de indicadores a través de una gráfica AMIBA que posee una forma radial en el cual cada uno de los indicadores escogidos para el análisis representa un eje por separado, con sus unidades apropiadas. Incluyéndose aquí el segundo método, al realizar una integración de los resultados obtenidos para determinar las condiciones de manejo del sistema de referencia y alternativo, de acuerdo a la comparación de estos tomando como base valores óptimos o de referencia para cada indicador medido.

Para el MESMIS en particular, según Migoya (2017), todos los métodos son de importancia debido a que se complementan y responden al reto de plasmar de manera conjunta los indicadores de evaluación manteniendo claridad y transparencia en el análisis, para dar una visión multidisciplinar sobre el desempeño de los sistemas de manejo en cada indicador.

3.4. Atributos de análisis de la investigación

Para el análisis de los resultados de la evaluación, la metodología propone las siguientes categorías como atributos de sustentabilidad, definidos de la siguiente manera por Masera *et al.*, (2000):

- **Productividad:** es la habilidad del agroecosistema para proveer el nivel requerido de bienes y servicios.
- **Equidad:** es la habilidad del sistema para distribuir la productividad (beneficios o costos de una manera justa.
- **Estabilidad:** con este término se refiere a la propiedad del sistema de tener un estado de equilibrio dinámico estable. Es decir que se mantenga la productividad del sistema a un nivel no decreciente a lo largo del tiempo bajo condiciones promedio o normales.
- **Resiliencia:** es la capacidad de retornar al estado de equilibrio o mantener el potencial productivo después de que el sistema haya sufrido perturbaciones graves.
- **Confiabilidad:** Se refiere a la capacidad del sistema de mantenerse en niveles cercanos al equilibrio ante perturbaciones normales del ambiente.
- **Adaptabilidad o flexibilidad:** es la capacidad del sistema de encontrar nuevos niveles de equilibrio, es decir de continuar siendo productivo ante cambios de largo plazo en el ambiente.
- **Autodependencia o autogestión:** es la capacidad del sistema de regular y controlar sus interacciones con el exterior.

3.5. Contexto espacial y temporal de la investigación

3.5.1. Contexto espacial

La evaluación de sustentabilidad de los agroecosistemas de referencia y el alternativo utilizando el Marco de Evaluación de los Sistemas de Manejo de recursos naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS) se desarrolló en las comunidades: Villa Alicia y las Lajas del municipio de Todos Santos Cuchumatán. Estas comunidades fueron seleccionadas por el proyecto Buena Milpa y la institución aliada debido a la representatividad de sus características que las hacen vulnerables ante las perturbaciones ambientales y socioeconómicas que se reflejan en la inseguridad alimentaria y la baja calidad de vida de las familias campesinas del lugar.

3.5.2. Contexto temporal

Las intervenciones del Proyecto Buena Milpa iniciaron en el año 2015 a través del vínculo con ONG's e instituciones gubernamentales y desde entonces se han establecido intervenciones en las comunidades del altiplano guatemalteco logrando acumular información sobre avances en la adopción de las tecnologías agropecuarias implementadas en las comunidades por parte de los agricultores, es por ello que la investigación se realizó en un período de tiempo de cinco meses, iniciando en el mes de mayo y finalizando en septiembre. Durante este lapso de tiempo se ejecutaron los seis pasos de la metodología MESMIS como una fase final de evaluación.

3.6. Características de los informantes (casos)

Para esta evaluación se seleccionaron 10 agricultores de un agroecosistema de referencia que no ha sido intervenido con innovaciones tecnológicas y asistencia técnica o en el que el proceso de intervención tenga un periodo menor a un año y 10 agricultores de un agroecosistema alternativo que han adoptado y desarrollado tecnologías agropecuarias propuestas por ONG's e instituciones gubernamentales para la recuperación, fortalecimiento e innovación. Esto tuvo como finalidad comparar sistemas con características similares, pero grado de intervención diferente; en ambos agroecosistemas se identificaron las fortalezas y debilidades que poseen y representan para determinar su sustentabilidad a través de indicadores específicos.

La selección de los agricultores del agroecosistema de referencia y del agroecosistema alternativo se realizó al azar. En el caso de este primer agroecosistema se incluyeron personas ajenas a las organizaciones o que se encontraban en la fase inicial de intervención, dispuestas a participar en el proceso de estudio. Los informantes de ambos agroecosistemas debieron brindar información sobre aspectos productivos, económicos, sociales y ambientales característicos de sus parcelas y animales pecuarios. El cuadro 30, en la sección de anexos, muestra los detalles sobre los informantes.

La metodología MESMIS sugiere una muestra del 5 por ciento para efectuar la evaluación de sustentabilidad, sin embargo, el Proyecto Buena Milpa estableció trabajar con una muestra del 33 por ciento para obtener datos representativos.

3.7. Fuentes de información

- a. Primarias:** en la fuentes de información primaria se encuentran los agricultores de las comunidades intervenidas tanto del agroecosistema alternativo como del agroecosistema de referencia.
- b. Secundarias:** las fuentes de información secundaria se basaron en revisiones bibliográficas, monografías y bases de datos de la ONG's e instituciones gubernamentales que han efectuado un proceso de intervención en las comunidades con el apoyo del Proyecto Buena Milpa.

3.8. Técnicas e instrumentos utilizados en la recopilación de los datos. La validez de los instrumentos de la investigación

Para los primeros pasos de la metodología MESMIS, se efectuó la recopilación de datos a través de entrevistas estructuradas y semiestructuradas, grupos focales, herramientas participativas que se definieron y adecuaron a las condiciones o exigencias que presentó cada lugar y, a los enfoques de los agroecosistemas, con el objetivo de obtener información confiable y verídica. En el anexo 1 se presenta el modelo de encuesta que fue utilizado como base para la implementación de este instrumento en campo.

Para el monitoreo y medición de indicadores se utilizaron técnicas como observaciones en campo, encuestas y herramientas de monitoreo y evaluación participativa.

3.9. Pasos del trabajo de campo

La fase de campo estuvo constituida por la implementación del Marco para la Evaluación de Sistemas de manejo de los Recursos Naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad – MESMIS-, el cual propone un ciclo de evaluación que se describe a continuación:

- **Caracterización de los sistemas de manejo**

En esta primera etapa se identificaron y caracterizaron el agroecosistema de manejo de referencia y el agroecosistema alternativo que implicó realizar una evaluación longitudinal, es decir, una comparación entre ambos agroecosistemas, recopilando información acerca de las diferentes características biofísicas del sistema, las entradas, salidas e interacciones de los componentes: agrícola, pecuario y forestal. Al recopilar la información necesaria, se tomaron en cuenta los datos socioeconómicos y culturales de los productores, las tecnologías agropecuarias de manejo, los niveles y tipos de organización. La información se recabó mediante entrevistas semiestructuradas, grupos focales participativos y revisiones bibliográficas. Como resultado se obtuvo un diagrama con la representación cualitativa de los diferentes componentes del agroecosistema.

- **Determinación de los puntos críticos**

Luego de definidos claramente los agroecosistemas de referencia y alternativo se analizaron los aspectos que limitan o fortalecen la sustentabilidad de los mismos en el tiempo, esto quiere decir que se definieron los puntos que facilitan u obstaculizan los atributos definidos en la metodología.

Para ello fue necesaria la coordinación entre el grupo interdisciplinario de evaluación, así como la participación activa de los mismos para definir prioridades de acuerdo a la magnitud e importancia de los puntos críticos que se definieron. Se involucraron personas encargadas de tomar decisiones para obtener un conjunto de criterios e indicadores útiles.

Los encargados de tomar las decisiones fueron agricultores campesinos e integrantes de la organización ligada al proceso, cada uno con percepciones y objetivos diferentes, por lo cual la definición de los puntos críticos establecidos al finalizar la evaluación, se realizó a través de la integración de los diversos puntos de vista obtenidos.

- **Selección de los criterios de diagnósticos e indicadores**

Los criterios de diagnóstico se seleccionaron en relación a los siete atributos de la sustentabilidad, representando de manera más detallada los atributos y de forma general los indicadores. Es importante tomar en cuenta que los criterios pueden agrupar varios indicadores.

La selección de indicadores se realizó en base a la identificación de los puntos críticos (fortalezas y debilidades), el objetivo del tema de investigación, el acceso y la disponibilidad de datos y el contexto espacial y temporal del estudio. Estos indicadores abarcaron las tres dimensiones del área de evaluación que son: social, económica y ambiental.

- **Medición y monitoreo de los indicadores**

En esta etapa se realizó la medición de los indicadores establecidos en la etapa anterior, para ello se utilizaron una gama de métodos directos e indirectos accesibles dependiendo del sistema de manejo y del problema de estudio establecido.

Los métodos se pueden dividir de acuerdo al tipo de indicadores en ambientales, económicos y sociales. Entre los métodos para indicadores ambientales se encuentran la revisión bibliográfica de características ambientales, el acceso a base de datos meteorológicos, datos históricos sobre rendimientos, muestreos y matrices.

Relacionado a los métodos para obtener indicadores sociales y económicos se encuentran las revisiones bibliográficas sobre características socioeconómicas y evolución de precios, encuestas familiares e institucionales y entrevistas abiertas y semiestructuradas con actores clave.

- **Integración de resultados**

Esta es una de las etapas más importantes del MESMIS porque en ella se pasa de una fase de diferenciación centrada en la recopilación de datos a otra de síntesis que sirvió de orientación para emitir un juicio de valor sobre los agroecosistemas reflejando la comparación en cuanto a sustentabilidad.

Después de la obtención de datos de los indicadores seleccionados se procedió a ingresarlos en una hoja de Excel utilizando las unidades originales de cada indicador y de cada productor dependiendo del agroecosistema de manejo al que pertenecían para sintetizar todos los valores obtenidos en una misma tabla.

En el mismo cuadro se verificó que los indicadores cubrieran las características de un conjunto robusto, para ello se identificaron los indicadores similares que estuvieron fuertemente relacionados a través de una correlación lineal o por agregación mediante promedios.

En el caso de promedios se utilizó la siguiente fórmula:

Promedio: Suma de todos los datos de cada indicador/No. de productores

Teniendo los valores de cada indicador se generó otra tabla de datos para ingresar los valores promedio, después se identificaron los valores mínimos y máximos de los valores de ambos agroecosistemas.

Después de haber obtenido el promedio y la varianza de los datos se procedió a estandarizarlos, es decir, ajustar los datos tanto del agroecosistema alternativo como del agroecosistema de referencia con la siguiente fórmula:

$$S = \left(\frac{\text{Promedio} - \text{Valor mínimo}}{\text{Valor máximo} - \text{Valor mínimo}} \right) \times 100$$

Por último, se generó la gráfica de AMIBA con los valores de referencia que pueden establecerse científicamente por opinión de expertos, por legislación u objetivos de políticas públicas, registros históricos, situaciones pasadas o niveles establecidos por consenso comunitario.

La gráfica de AMIBA representa los valores de los indicadores obtenidos en ambos agroecosistemas haciendo referencia a los valores óptimos para analizar y comparar la sustentabilidad que permitió generar las recomendaciones necesarias en los aspectos más deficientes de cada agroecosistema.

- **Conclusiones y recomendaciones**

En este paso se realizó una recapitulación de los resultados de análisis para emitir un juicio que permitiera comparar los agroecosistemas en cuanto a su sustentabilidad.

Primero se desarrolló una valoración y discusión sobre los agroecosistemas, así como una reflexión para detectar las debilidades y fortalezas, después se presentaron recomendaciones para mejorar el perfil socioambiental de estos. Para estas recomendaciones se establecieron los puntos de acción prioritarios para jerarquizar así las necesidades de acción futuras.

Se utilizaron técnicas participativas con los productores, técnicos, investigadores y demás individuos involucrados en la investigación.

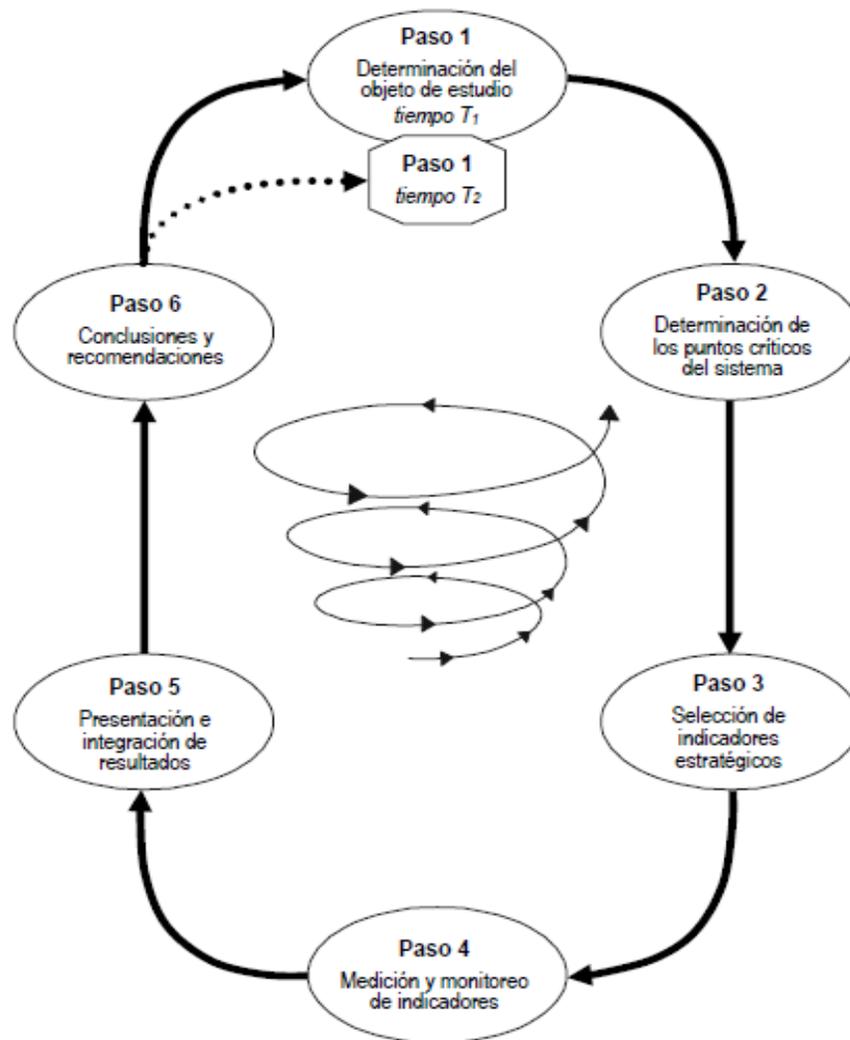


Figura 2: Ciclo de evaluación del MESMIS

Fuente: Astier, M., 1999.

- **Técnicas seleccionadas para el análisis de los datos**

Para la integración de resultados se utilizó la estandarización de datos con el objetivo de poder ajustarlos y obtener puntuaciones de los valores individuales obtenidos en la medición de cada indicador dentro de un mismo rango (de 0 a 100) y con ello facilitar la comparación entre los mismos.

Para la representación de datos se utilizó el método AMIBA de Ten Brink *et al.*, (1991) citado por Masera *et al.*, (1999), en este método se dibuja un diagrama radial el cual representa cada uno de los indicadores escogidos para el análisis de un eje por separado, con sus unidades apropiadas. Posteriormente cada sistema de manejo se grafica en el diagrama, uniendo mediante una línea los puntos correspondientes al valor del sistema en cada eje, al igual que la meta o situación ideal. El diagrama muestra de manera cualitativa qué nivel de cobertura presenta el objetivo deseado que se tiene para cada indicador, permitiendo la comparación sencilla, gráfica e integral de las bondades y limitaciones de los sistemas de manejo que se están evaluando.

IV. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Caracterización de los agroecosistemas de manejo

En las comunidades estudiadas, Villa Alicia y Las Lajas, pertenecientes al municipio de Todos Santos Cuchumatán, las actividades agrícolas, pecuarias y forestales, conforman la principal fuente de ingresos y empleo para las familias que habitan dentro de ellas. El trabajo que estas actividades incluyen, son ejecutadas principalmente por los integrantes de las familias que cuentan con la edad adecuada para desempeñar dichas labores, siendo el trabajo liderado por el hombre cabeza del hogar.

Generalmente, los procesos vinculados a las actividades antes mencionadas, se realizan por medio de prácticas culturales, a través de la utilización de técnicas y métodos manuales y la asociación de técnicas de agricultura convencional como la utilización de insumos externos, especialmente productos químicos para el control de plagas y enfermedades.

La tenencia de la tierra en la comunidad en su mayoría es propia, a partir de que ha ido heredándose de generación en generación dentro de las familias y que se ha conservado así para mantener el patrimonio con el que cuentan y que es el principal medio que utilizan para obtener ingresos económicos. Las extensiones de terreno oscilan en un rango de 1 a ± 35 cuerdas de 21 metros por lado, de acuerdo a las condiciones socioeconómicas de cada familia.

A continuación, se describen las características de los sistemas de referencia y alternativo, obtenidas a partir del estudio realizado en las comunidades antes mencionadas con la información recopilada a través de entrevistas semiestructuradas y encuestas realizadas a agricultores dentro de las mismas. En el mismo sentido, se presentan los esquemas referidos a cada sistema como medio de representación gráfica vinculada a ellos.

4.1.1. Agroecosistema de referencia

Este sistema se caracteriza por la producción de los cultivos de maíz, frijol y papa en monocultivo. En el caso de los granos básicos que constituyen fundamentalmente la dieta alimenticia de las familias, la utilización de semillas criollas para su establecimiento es predominante, y los rendimientos obtenidos son considerablemente bajos, por lo que el destino de estas producciones es únicamente para el autoconsumo. La adquisición de los mismos mediante fuentes externas se vuelve estrictamente necesaria para la satisfacción de las necesidades alimenticias de las familias.

La producción de papa, que en estas comunidades es uno de los principales cultivos existentes, se desarrolla de manera convencional, a través de la utilización de semilla no certificada, con una alta dependencia de insumos externos para la realización de las diferentes actividades de manejo agronómico del cultivo y la obtención de rendimientos aceptables para ser comercializados a través de intermediarios hacia un mercado local e internacional.

Los frutales deciduos se incluyen dentro de los componentes de este sistema, caracterizados por la utilización de materiales criollos desarrollados en las mismas comunidades, que en su mayoría, no reciben ningún tipo de manejo adecuado, obteniendo bajas producciones o de mala calidad.

Relacionado al componente pecuario, en este sistema predomina el manejo de aves de traspatio para el autoconsumo, a través de prácticas rústicas y tradicionales que en la mayoría de los casos tienen resultados deficientes relacionados a la sanidad de los animales y la producción de los derivados obtenidos de estos como carne y huevos; en menor proporción, el manejo de cerdos para la comercialización dentro de las mismas comunidades complementa el aspecto pecuario de este sistema.

El componente forestal, se basa en el aprovechamiento de los recursos que este provee, generalmente en áreas comunales, para la obtención de leña y broza exclusivamente.

Por último, dentro de este sistema, algunos de los agricultores han participado en las intervenciones de las instituciones involucradas en un período menor a un año, recibiendo algunas de las tecnologías que estas promueven, específicamente las que se vinculan al componente pecuario y agrícola, como el manejo de aves y la conservación de suelos (barreras vivas).

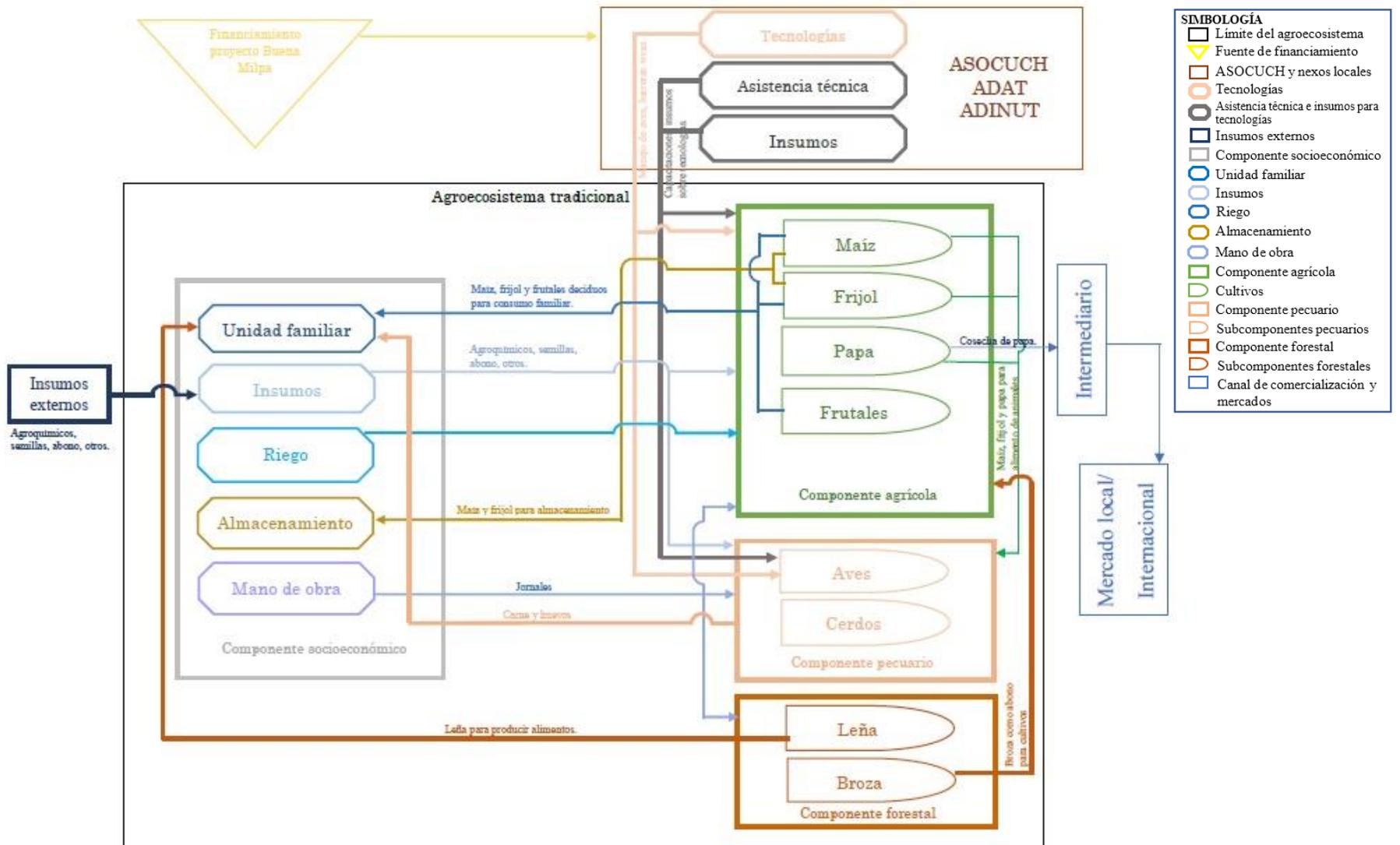


Figura 3. Esquema del agroecosistema de manejo de referencia
 Fuente: Investigación 2018.

4.1.2. Agroecosistema alternativo

El sistema alternativo que se promueve dentro de estas comunidades, se constituye por la producción de los cultivos de maíz, frijol, papa y brócoli, en monocultivo. En este sentido, la producción de granos básicos en su mayoría se realiza usando variedades mejoradas adaptadas a las condiciones del lugar, a partir del interés de los agricultores por mejorar los rendimientos que se obtienen de estos cultivos y del fomento de la utilización de las mismas por parte de las instituciones ligadas, mediante tecnologías como la disseminación de semillas.

La producción de papa, en este sistema se caracteriza por una metodología particular, en donde los agricultores forman parte de ciertos grupos organizados como pequeñas redes empresariales, utilizando semilla certificada y con beneficios como la adquisición de insumos para el manejo del cultivo a un menor precio por realizar pedidos por mayor, así como la comercialización de las cosechas en diversos mercados comunitarios, locales e internacionales a través de canales de comercialización directos o indirectos mediante intermediarios, con mejores precios, resultando en mayores ganancias para los agricultores.

El cultivo de brócoli, forma parte de otra metodología, en donde a través de relaciones con organizaciones privadas o no gubernamentales, la producción se realiza en los terrenos de los agricultores con insumos proporcionados por dichas organizaciones, con un estricto control en la utilización de los mismos, para cumplir con los requerimientos de exportación necesarios, dada que esta es la finalidad de las cosechas obtenidas en el proceso.

El manejo de frutales, en este sistema, se caracteriza por la implementación de algunas actividades como podas o fertilización, las cuales han sido aprendidas por los agricultores mediante la participación en algunos cursos, talleres y otros procesos de capacitación o adquisición de tecnologías como la diversificación de fincas.

El componente pecuario, se caracteriza por estar fundamentado en el manejo de aves de corral que es una de las tecnologías que ha sido promovida por las organizaciones que brindan apoyo dentro de estas comunidades y que incluye desde insumos para el establecimiento de mejores instalaciones para los animales, como la asesoría y el acompañamiento en el plan profiláctico de estos.

Relacionado al componente forestal, algunos de los agricultores en este sistema realizan actividades de manejo del mismo, tanto en áreas propias como comunales, incluyendo el aprovechamiento de los recursos que se obtienen de este y la protección del mismo, a través de la realización de reforestaciones especialmente.

Además, en este sistema, se incluye la utilización de tecnologías promovidas por las instituciones, como estructuras para la elaboración de abono orgánico, específicamente relacionado al método de lombricompost; y otras dirigidas a la conservación del recurso suelo (barreras vivas) y al mejoramiento de los procesos de manejo post cosecha mediante el almacenamiento en silos metálicos.

Vinculado a lo anterior, la introducción de tecnologías se complementa mediante un proceso de fortalecimiento de las capacidades de los agricultores, a través de capacitaciones y asistencia técnica dirigida relacionada a cada una de ellas y a los diferentes procesos productivos que se desarrollan en las parcelas de los mismos.

4.1.3. Cuadro resumen de la caracterización de los agroecosistemas

Cuadro 3. Resumen de las características de los agroecosistemas de referencia y alternativo.

DETERMINANTES	AGROECOSISTEMA DE REFERENCIA	AGROECOSISTEMA ALTERNATIVO	
Tecnológicas y de manejo	Especies	Maíz, frijol, papa y frutales Aves y cerdos	Maíz, frijol, papa, brócoli y frutales Aves y cerdos
	Organización espacial	Maíz, frijol y papa en monocultivo, frutales dispersos Aves en corrales rústicos, libres en traspatio; cerdos en traspatio	Maíz, frijol, papa y brócoli en monocultivo, frutales dispersos Aves en gallineros, corrales y libres en traspatio; cerdos en traspatio
	Prácticas de manejo	Sistema de riego por aspersión, rotación de cultivos y aplicación de agroquímicos Vacunación	Sistema de riego por aspersión, elaboración y utilización de abonos orgánicos, rotación de cultivos y aplicación de agroquímicos Vacunación
	Tecnologías empleadas	Manejo de aves, barreras vivas y silos metálicos	Manejo de aves, barreras vivas, macro túneles, diversificación de fincas, producción mejorada del cultivo de papa, silos metálicos, huertos familiares, lombricompost.
	Actividades económicas	Agrícola, pecuaria, textil	Agrícola, pecuaria, textil
Socioeconómicas y culturales	Etnia	Mam (predominante)	Mam (predominante)
	Objetivo de producción	Agrícola: Autoconsumo y comercialización Pecuario: Autoconsumo	Agrícola: Autoconsumo y comercialización Pecuario: Autoconsumo y comercialización
	Tamaño de muestra	10 productores	10 productores
	Tipo de organización	Comunitaria e individual	Redes empresariales, comunitaria e individual

Fuente: Investigación 2018.

4.2. Identificación de puntos críticos

Para los sistemas de referencia y alternativo, descritos anteriormente, se presentan los siguientes puntos críticos, determinados a través de la evaluación elaborada en cada uno de ellos, y la información recopilada mediante las intervenciones realizadas en el área de estudio y con los agricultores incluidos en el mismo.

Cuadro 4. Identificación de puntos críticos en los sistemas de referencia y alternativo.

ATRIBUTOS	PUNTOS CRÍTICOS POSITIVOS	PUNTOS CRÍTICOS NEGATIVOS
Productividad	Producción de calidad	Bajos rendimientos
	Alta producción de aves	Alta mortandad de animales
	Alta diversificación de cultivos	Ingresos económicos bajos
Estabilidad, Confiabilidad y Resiliencia	Utilización de prácticas de conservación de suelos	Disponibilidad de alimento
	Elaboración de abonos orgánicos (lombricompost)	Alta dependencia a insumos externos
	Disponibilidad de mercados	Sobre utilización del recurso suelo
Adaptabilidad	Introducción de diferentes innovaciones agrícolas	Variación de precios en el mercado
	Alta incidencia de instituciones que brindan asistencia técnica	Erosión del suelo
	Adopción de tecnologías	Adopción de tecnologías
Autogestión	Utilización de estructuras de manejo post cosecha de granos básicos	
	Trabajo organizacional mediante redes empresariales	
Equidad	Participación de todos los miembros de la familia en las actividades agrícolas y pecuarias	Distribución de la carga de trabajo
	Alta participación de la mujer en actividades del fortalecimiento de capacidades	

Fuente: Investigación 2018.

4.3. Definición de indicadores

Tomando como base los puntos críticos establecidos con anterioridad, se definieron los siguientes indicadores, vinculados por medio de ciertos criterios a los diferentes atributos que se incluyen dentro de la metodología MESMIS.

Cuadro 5. Identificación de indicadores utilizados en la evaluación de los sistemas de referencia y alternativo en las comunidades de Villa Alicia y Las Lajas, San Martín Cuchumatán, Todos Santos Cuchumatán.

Atributos	Criterios	Indicadores	Unidad de medida	Dirección de cambio	Valor de referencia	Área de evaluación ¹	Técnica de medición
Productividad	Eficiencia	Rendimiento de maíz	kg/ha	Maximizar	MAGA, ICTA, Agricultores	E	Encuesta
		Rendimiento de frijol	kg/ha	Maximizar	MAGA, ICTA, Agricultores	E	Encuesta
		Rendimiento de papa	kg/ha	Maximizar	MAGA, ICTA, Agricultores	E	Encuesta y medición en campo
		Relación Beneficio/Costo del cultivo de papa	Ingresos/ Egresos	Maximizar	Agricultores	E	Encuesta y verificación en campo
	Auto abastecimiento alimentario	Disponibilidad de carne	Número de animales consumidos/año	Maximizar	Agricultores	E	Encuesta
		Disponibilidad de alimento	kg maíz/ Total de meses disponible	Maximizar	Agricultores	E	Encuesta
			kg frijol /Total de meses disponible	Maximizar	Agricultores	E	Encuesta

Fuente: Investigación 2018.

¹Donde: **E** = Económica, **A** = Ambiental, **S** = Social.

Atributos	Criterios	Indicadores	Unidad de medida	Dirección de cambio	Valor de referencia	Área de evaluación	Técnica de medición
Estabilidad, confiabilidad y resiliencia	Erosión	Prácticas de conservación de suelo utilizadas	Número de prácticas de conservación de suelos	Maximizar	Agricultores	A	Encuesta y verificación en campo
		Aplicación de abonos orgánicos	Número de abonos orgánicos producidos	Maximizar	Agricultores	A	Encuesta y verificación en campo
	Alta dependencia a insumos	Relación de independencia a insumos externos	Insumos propios (Q)/ Sumatoria de insumos propios más comprados (Q)	Maximizar	Agricultores	A y E	Encuesta
	Susceptibilidad a eventos climatológicos extremos	Porcentaje de pérdidas por eventos climatológicos	Porcentaje	Minimizar	Agricultores	A	Encuesta
	Pérdidas causadas por plagas y enfermedades	Porcentaje de pérdidas por plagas y enfermedades	Porcentaje	Minimizar	Agricultores	A	Encuesta
	Dinamización de mercados locales	Porcentaje de producto destinado al mercado	Porcentaje	Maximizar	Agricultores y ASOCUCH	E	Encuesta y datos proporcionados por organizaciones
	Alta diversificación de productos	Índice de diversidad de Shannon	$H = - \sum_{i=1}^s (P_i)(\log_2 P_i)$	Maximizar	Agricultores	A y E	Encuesta y medición en campo

Fuente: Investigación 2018.

Atributos	Criterios	Indicadores	Unidad de medida	Dirección de cambio	Valor de referencia	Área de evaluación	Técnica de medición
Adaptabilidad	Adopción de tecnologías	Tasa de Adopción de Innovaciones (TAI)	(núm. Agricultores que adoptan la tecnología/Total de agricultores evaluados) *100	Maximizar	Agricultores y ASOCUCH	S	Encuesta, datos proporcionados por organizaciones y verificación en campo
		Índice de Adopción de Innovaciones (INAI)	(núm. Innovaciones adoptadas por productor/núm. De innovaciones propuestas para el sistema) *100		Agricultores y ASOCUCH		Encuesta, datos proporcionados por organizaciones y verificación en campo
	Asesoría técnica	Organizaciones que brindan apoyo a los productores	Número de organizaciones/ productor	Maximizar	Agricultores y ASOCUCH	S	Encuesta y datos proporcionados por organizaciones
		Número de capacitaciones recibidas al año	Capacitaciones/año	Maximizar	Agricultores y ASOCUCH	S	Encuesta y datos proporcionados por organizaciones
Equidad	Participación familiar en el trabajo agropecuario	Miembros de la familia que participan en las actividades	Porcentaje	Maximizar	Agricultores	S	Encuesta
	Distribución del trabajo familiar	Trabajo asumido por cada miembro de la familia	Porcentaje	Maximizar	Agricultores	S	Encuesta

Fuente: Investigación 2018.

4.4. Medición de indicadores y discusión de resultados

Los resultados y análisis obtenidos en la medición de cada indicador seleccionado para determinar la sustentabilidad de los agroecosistemas evaluados, se presentan a continuación de acuerdo a la información recopilada mediante entrevistas semiestructuradas, encuestas y mediciones en campo realizadas a la muestra de 20 agricultores incluidos en el estudio. Cada indicador se presenta en orden correspondiente al criterio de diagnóstico y atributo de sustentabilidad establecido.

4.4.1. Productividad

La productividad de los sistemas en este estudio, se evaluó mediante dos criterios de diagnóstico, eficiencia y auto abastecimiento alimentario, teniendo como indicadores vinculados a ellos el rendimiento de los cultivos predominantes (maíz, frijol y papa), la relación beneficio costo del cultivo de papa por ser el principal producto comercializado y la disponibilidad de carne y alimento.

4.4.1.1. Eficiencia

- Rendimiento

El indicador de rendimiento está relacionado a la medición de la eficiencia de los agroecosistemas, para ello se presentan los datos obtenidos en el ciclo de producción del año 2017 de los principales cultivos desarrollados, siendo estos maíz, frijol y papa. Los valores están expresados en kilogramos/hectárea.

Cuadro 6. Rendimiento del cultivo de maíz en kg/ha de los agroecosistemas de referencia y alternativo.

Sistemas	Productores										\bar{X}
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
A. R.	617.23	1542.86	719.86	1028.57	822.9	1028.57	771.43	541.29	925.62	771.43	876.99
A. A.	1645.8	2571.43	2262.81	1542.86	1572.86	3085.71	2571.43	1542.86	2057.14	2571.43	2139.43

Fuente: Investigación 2018.

El cuadro 6 muestra los datos obtenidos en la medición del rendimiento del cultivo de maíz, de acuerdo a este la diferencia en promedio obtenida es de 1262.44 kg, refiriendo al agroecosistema alternativo como superior al de referencia.

Cuadro 7. Rendimiento del cultivo de frijol en kg/ha de los agroecosistemas de referencia y alternativo.

Sistemas	Productores										\bar{X}
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
A. R.	411.34	1028.57	1028.57	2057.14	2057.14	719.95	308.62	719.95	719.95	308.62	935.99
A. A.	2777.1	2057.14	2365.76	2571.43	2057.14	2057.14	2880.05	2057.14	1028.57	2571.43	2242.29

Fuente: Investigación 2018.

La diferencia en el rendimiento que se observa para el cultivo de frijol y que se presenta en el cuadro 7 muestra un valor de 1306.30 kg en promedio, en donde el sistema alternativo supera al de referencia.

Cuadro 8. Rendimiento del cultivo de papa en kg/ha de los agroecosistemas de referencia y alternativo.

Sistemas	Productores										\bar{X}
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
A. R.	25503.4	21599.55	25713.83	25713.83	35999.32	26742.4	25713.15	25713.15	20570.98	30856.46	26412.61
A. A.	30856.46	35999.32	34965.99	28799.55	31885.26	25713.83	25713.83	31885.26	35999.32	35999.32	31781.81

Fuente: Investigación 2018.

El rendimiento en el cultivo de papa es mayor para los agricultores del agroecosistema alternativo, con una diferencia de 5369.20 kg sobre los agricultores del agroecosistema de referencia, dato obtenido a partir de los promedios determinados y presentados en el cuadro 8.

Los valores correspondientes al rendimiento de los cultivos en ambos sistemas muestran una importante diferencia, en donde los datos obtenidos para maíz, frijol y papa del sistema alternativo (2139.43 kg/ha, 2242.29 kg/ha y 31781.81 kg/ha) superan considerablemente a los del sistema de referencia (617.23 kg/ha, 755.96 kg/ha y 26412.61 kg/ha). La utilización de semillas mejoradas, un plan de manejo adecuado, el poder adquisitivo de los agricultores y la utilización de productos orgánicos y químicos constituyen algunos de los principales factores que fundamentan los resultados obtenidos.

En el caso de los cultivos de granos básicos (destinados al autoconsumo en ambos sistemas), la situación relacionada al manejo de los mismos podría establecerse como la principal debilidad con la que cuenta el sistema de referencia y en una mínima parte el sistema alternativo; el desinterés de los agricultores por el manejo adecuado de los mismos se liga a la obtención de rendimientos cada vez más bajos año con año, lo que solo agrava el problema, razón que se complementa con el desconocimiento de prácticas y métodos de solución adecuados.

La diferencia que se presenta en los resultados de la evaluación de este indicador, determina para los agricultores del agroecosistema alternativo una mayor capacidad de proveer de bienes y servicios a su sistema, dado que mediante los diferentes rendimientos obtenidos en los distintos cultivos expuestos, estos pueden ser utilizados para satisfacer de manera más eficiente las necesidades alimentarias de sus familias y además obtener mayores beneficios al comercializar estos cultivos en el caso de que estos tengan esta finalidad. De la misma manera, con este último punto, la eficiencia del sistema también puede ser aumentada al poseer una mayor cantidad de recursos que permitan el flujo de beneficios entre los diferentes componentes del mismo, obteniendo con ello un aumento directo en el atributo de sustentabilidad al cual corresponde, es decir, la productividad.

- **Relación beneficio/costo**

La relación beneficio/costo es otro indicador vinculado a la medición de la eficiencia de los agroecosistemas, en éste el cálculo se realizó únicamente para el cultivo de papa por ser el comercializado principalmente. La medición de este indicador incluyó datos a detalle sobre costos de producción y precios de venta obtenidos durante el ciclo de producción del año 2017.

Cuadro 9. Relación beneficio/costo del cultivo de papa en los agroecosistemas de referencia y alternativo.

Sistemas	Productores										\bar{X}
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
A. R.	1.42	1.29	1.43	1.31	2.01	1.39	1.50	1.35	1.12	1.59	1.44
A. A.	1.76	2.20	1.99	1.68	1.81	1.62	1.54	1.81	2.29	2.18	1.89

Fuente: Investigación 2018.

El cuadro 9 muestra la diferencia en promedio obtenida en la relación beneficio/costo en donde el agroecosistema alternativo supera al de referencia con un valor de 0.45 equivalente a un 31 % más en las ganancias que se obtuvieron dado el análisis del indicador.

La diferencia que se presenta en los rendimientos en el cultivo de papa se vincula a la diferencia obtenida en este indicador, en donde el sistema alternativo con una relación de 1.89 supera al sistema de referencia con 1.44. Estos resultados se basan en la utilización de semilla certificada que aumenta los rendimientos al poseer características que hacen al cultivo más resistente y productivo.

Anudado a ello la disminución de costos a través de la obtención de insumos para el manejo agronómico del cultivo a través de las redes empresariales establecidas dentro de las comunidades y dentro de las cuales participan los agricultores del sistema alternativo y que además permiten una posibilidad de venta a mayor precio y en diversos mercados, fundamenta la diferencia positiva que tiene sobre el de referencia.

Este indicador, de la misma manera que en el anterior (rendimiento), la diferencia que concibe al agroecosistema alternativo como superior al de referencia, hace que la productividad de éste aumente a través de los ingresos mayores que se obtienen al comercializar el producto y las características particulares del mismo que se menciona con anterioridad se suman a los beneficios que se proveen en las relaciones existentes dentro de los diferentes componentes del sistema, como la estabilidad económica del componente social y la amplitud en la diversidad de mercados como factor de oportunidades externas al mismo.

4.4.1.2. Auto abastecimiento alimentario

- **Disponibilidad de carne**

La productividad de los agroecosistemas incluyendo al componente pecuario se evaluó mediante el cálculo del indicador de disponibilidad de carne. Este se obtuvo a partir de la cantidad de aves que las familias estudiadas consumieron durante el año 2017, tomando en cuenta que dicho número es equivalente a la cantidad de aves disponibles para el consumo dentro de las fincas de los agricultores durante el mismo periodo de tiempo.

Cuadro 10. Número de aves consumidas por familia durante un año

Sistemas	Productores										\bar{X}
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
A. R.	10	16	6	24	8	3	5	7	0	6	9
A. A.	15	24	15	15	20	12	6	5	13	12	14

Fuente: Investigación 2018.

En el cuadro 10 se muestra la diferencia en promedio obtenida en relación al número de aves consumidas por familia/año, en éste se evidencia al agroecosistema alternativo como superior con un valor de 5 aves sobre el agroecosistema de referencia.

Los resultados obtenidos en donde la mayor disponibilidad de carne la presentó el sistema alternativo sobre el de referencia se basan en que para los agricultores que se incluyen dentro del primero, el manejo de aves de corral es una de las tecnologías que se promueven dentro de las comunidades, por lo que su participación en las diferentes capacitaciones relacionadas al tema y el apoyo recibido en el mismo sentido, suponen una mejoría considerable en este componente.

La capacidad instalada que incluye la tecnología, el poder de adquisición que tienen los agricultores generado a partir de otras actividades o de la obtención de una mayor productividad en sus sistemas que sirve para la compra de diferentes insumos necesarios para el mantenimiento de los animales (vacunas) o la capacidad que adquieren para la creación de los propios (alimento, desparasitantes, etc.) mediante capacitaciones, se suman a las condiciones que marcan la diferencia entre un sistema y el otro.

De la misma manera, y a pesar de que la diferencia entre los agroecosistemas no es muy elevada, obteniéndose únicamente un valor de 5 aves de diferencia, la ventaja que poseen los agricultores del agroecosistema alternativo se fundamenta en la mayor posibilidad de auto abastecer sus necesidades de alimento bajo sus propios medios y recursos, dada la producción de este tipo de componentes que complementan la dieta de las familias; a partir de ello, estas mismas familias son menos dependientes a los insumos externos y pueden cubrir dentro de sus mismos límites otras necesidades o aspectos complementarios al desarrollo propio del sistema, mejorando directamente la productividad del mismo.

- **Disponibilidad de alimento (maíz)**

La disponibilidad de maíz para satisfacer las necesidades alimentarias familiares es un indicador que se relaciona al criterio de auto abastecimiento alimentario y está definido por los kilogramos de maíz disponibles para el consumo en relación al número de meses que se encuentran disponibles.

Cuadro 11. kg de maíz/número de meses disponibles para alimentación familiar.

Sistemas	Productores										\bar{X}
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
A. R.	113.40	81.65	39.69	113.40	45.36	15.12	17.01	36.29	102.06	34.02	59.80
A. A.	108.86	68.04	158.76	90.72	22.68	113.40	127.01	34.02	90.72	176.40	99.06

Fuente: Investigación 2018.

Los resultados presentados en el cuadro 11 muestran un valor diferencial de 39.26 en la relación obtenida sobre la disponibilidad de maíz, en donde los agricultores del agroecosistema alternativo son en promedio 65 % más capaces que los agricultores del agroecosistema de referencia para cubrir las necesidades alimentarias de sus familias con respecto al cultivo de maíz.

- **Disponibilidad de alimento (frijol)**

La disponibilidad del cultivo de frijol para satisfacer la dieta alimentaria de las familias se midió de la misma manera que para el cultivo de maíz, relacionando los kilogramos del cultivo disponible para alimentación sobre el número de meses en los son capaces de lograrlo.

Cuadro 12. kg del cultivo de frijol/número de meses disponibles para cubrir la alimentación familiar.

Sistemas	Productores										\bar{X}
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
A. R.	9.45	7.56	5.67	6.05	7.56	1.32	2.65	3.78	2.06	2.84	4.89
A. A.	54.43	15.12	13.23	18.90	3.78	22.68	17.64	2.52	37.80	19.85	20.59

Fuente: Investigación 2018.

La diferencia observable en los promedios que se determinaron y que se muestran en el cuadro 12 definen al agroecosistema alternativo como superior al de referencia con una diferencia de 15.70 puntos en la relación que se realizó para obtener el anterior indicador.

Los resultados obtenidos en la disponibilidad de granos básicos (maíz y frijol) que se expresan como los kg totales/total de meses disponibles de cada producto, presentan mejores resultados en el sistema alternativo, con valores de 99.06 y 20.59 sobre el sistema de referencia el cual presenta valores de 59.80 y 4.89 respectivamente.

Estos resultados están vinculados directamente a los obtenidos en el indicador de rendimiento de cada cultivo e indican una ventaja en la capacidad y oportunidad de las familias de los agricultores del agroecosistema alternativo para: primero, alimentar a cada uno de sus miembros y segundo, mantener en buenas condiciones los recursos durante un período de tiempo más largo. Además, la obtención de estos resultados también se debe en gran medida al manejo post cosecha que se le brinda a estos cultivos y que se diferencia de los agricultores del agroecosistema de referencia, por la adopción y utilización adecuada de estructuras de almacenamiento con mejores características de conservación como lo son los silos metálicos que se promueven dentro de las comunidades como apoyo por parte de las organizaciones involucradas.

Tomando en cuenta que los granos básicos constituyen la principal fuente de alimento para la mayoría de familias dentro de la región de estudio, la disponibilidad de los mismos sugiere una mayor oportunidad para mantener un adecuado régimen alimenticio durante un período de tiempo más largo, cumpliendo con la tarea de proveer a las familias y al sistema en general una mayor estabilidad que repercutirá en la productividad del mismo.

4.4.2. Estabilidad confiabilidad y resiliencia

En relación a los atributos de estabilidad, confiabilidad y resiliencia como medio para medir la sustentabilidad, se incluyen como criterios de diagnóstico la erosión, la alta dependencia a insumos externos, la susceptibilidad a eventos climatológicos extremos, la incidencia de plagas y enfermedades, la dinamización de mercados locales y una alta diversificación de productos, los cuales a su vez incluyen una diversidad de indicadores que se presentan a continuación.

4.4.2.1. Erosión

- **Prácticas de conservación de suelo utilizadas**

La evaluación del criterio de diagnóstico de erosión incluyó dentro de sus indicadores al número de prácticas de conservación de suelo utilizadas por los agricultores dentro de los terrenos destinados a la producción agrícola. Estas prácticas incluidas dentro de un catálogo de opciones (ver cuadro 29) fueron consultadas al momento de realizar el proceso de recolección de información en campo con los actores involucrados y corroboradas mediante visitas a las parcelas correspondientes, identificando el estado y la ubicación de cada práctica de conservación.

Cuadro 13. Número de prácticas de conservación utilizadas por los agricultores.

Sistemas	Productores										\bar{X}
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
A. R.	2	1	3	1	1	3	1	1	1	1	2
A. A.	4	3	3	2	3	3	1	3	3	4	3

Fuente: Investigación 2018.

El cuadro 13 muestra la diferencia en la utilización de prácticas de conservación entre los agroecosistemas evaluados, esta diferencia corresponde a un valor de 1, en donde los agricultores del sistema alternativo superan al de referencia.

Los resultados obtenidos en este indicador no representan un destacado cambio a considerar; ambos agroecosistemas comparten algunas de las prácticas convencionales aprendidas por medio de conocimientos ancestrales, siendo la diferencia la implementación de algunas otras como la utilización de barreras vivas que se incluye dentro del catálogo de tecnologías que promueve la organización.

Se puede mencionar que este cambio, aun siendo mínimo, sienta un precedente de las oportunidades con las que cuentan los agricultores del sistema alternativo a ampliar sus horizontes con respecto a este ámbito, dado que el interesarse en adquirir y adoptar una tecnología de esta naturaleza fundamenta el hecho de lograr en el futuro obtener nuevos conocimientos sobre el mismo y por lo tanto implementar nuevas prácticas destinadas a la conservación del suelo.

La utilización de este tipo de prácticas dentro de ambos sistemas y en su ventaja mínima al agroecosistema alternativo, le confiere la posibilidad de mantener la estabilidad del recurso suelo por un período de tiempo más largo, resultando directamente en la posibilidad de desarrollar de manera adecuada los cultivos agrícolas en las áreas con este tipo de estructuras. A partir de ello, tanto la productividad del sistema puede desarrollarse en niveles aceptables mediante una producción constante y con menores riesgos, así como la conservación del recurso suelo se mantiene en un estado de equilibrio que puede ser capaz de soportar ciertas perturbaciones graves.

- **Aplicación de abonos orgánicos**

La aplicación de abonos orgánicos como indicador se ligó al criterio de diagnóstico de erosión y su medición estuvo basada en el conteo de los distintos tipos de estos abonos que eran utilizados por los agricultores de ambos agroecosistemas, tomando en cuenta que los mismos fueran elaborados por los agricultores dentro de sus parcelas aprovechando los recursos existentes dentro

de las mismas y reduciendo con ello los costos de producción en el manejo de los cultivos. Dentro de estos abonos, los de tipo bocashi y lombricompost son los que predominan en el área.

Cuadro 14. Tipo de abonos orgánicos utilizados por los agricultores.

Sistemas	Productores										\bar{X}
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
A. R.	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
A. A.	3	1	1	1	2	3	1	2	2	3	2

Fuente: Investigación 2018.

En este indicador, los agricultores del agroecosistema alternativo sobresalen considerablemente sobre aquellos del agroecosistema de referencia, evidenciándose a partir de los resultados que se muestran en el cuadro 14 en donde claramente se observa como estos últimos, en su mayoría, no realizan este tipo de prácticas, en comparación con aquellos del agroecosistema alternativo que llegan a elaborar hasta 3 diferentes tipos de abonos orgánicos.

La aplicación de abonos orgánicos es otro indicador que se vincula al criterio de erosión y que se fundamenta por la utilización de los residuos orgánicos tanto animales como vegetales dentro de los cultivos, luego de sufrir algún proceso de descomposición por medio de algún método como las aboneras convencionales, de tipo bocashi y lombricomposteras.

La diferencia observada en este indicador, muestra claramente como los agricultores del sistema alternativo aprovechan de mejor manera los residuos dentro de sus parcelas y han adoptado tecnologías y métodos promovidos dentro de las comunidades, que ayudan a mejorar las condiciones bio físicas del recurso suelo y además disminuyen los costos de producción a través de la reutilización de ciertos elementos disponibles. Al utilizar este tipo de materiales, los procesos dentro de las fincas de los pequeños agricultores se optimizan, lo que a su vez les permite tener una mayor productividad dentro del mismo.

4.4.2.2. Alta dependencia a insumos

- **Relación de independencia a insumos externos**

La independencia a insumos externos se evaluó mediante una relación, tomando en cuenta los costos totales de producción de los principales cultivos desarrollados por los agricultores (maíz, frijol y papa) y relacionándolos con los costos de todos aquellos insumos no externos utilizados para poder manejar agronómicamente dichos cultivos. En esta relación, un mayor acercamiento al valor 0 indica una dependencia a insumos externos más alta.

Cuadro 15. Índice de independencia a insumos externos.

Sistemas	Productores										\bar{X}
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
A. R.	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
A. A.	0.22	0.19	0.15	0.05	0.05	0.05	0.00	0.04	0.21	0.21	0.12

Fuente: Investigación 2018.

Al observar los resultados que se muestran en el cuadro 15 y de acuerdo al análisis propio para la relación utilizada como indicador, se puede determinar que a pesar de que existe una diferencia en promedio para los agroecosistemas y donde el alternativo es mejor al de referencia, los valores no difieren por mucho. Se puede evidenciar claramente que en su mayoría los agricultores de referencia son dependientes a la utilización de insumos externos de acuerdo a los valores en 0 absoluto que se observan y a los cuales los agricultores del agroecosistema alternativo superan con una diferencia en promedio de 0.11.

La diferencia encontrada en la relación se fundamenta básicamente en la utilización de abonos orgánicos producidos por los mismos agricultores dentro del sistema y que de acuerdo a lo mencionado en el indicador anterior, esto les confiere una mejor condición de producción al disminuir costos y desligarlos de la necesidad de adquisición de ciertos productos fuera del mismo.

Además de lo anterior, el hecho de que los agricultores del agroecosistema alternativo sean más independientes a los insumos externos, les otorga una ventaja al poder mantener dentro de las interacciones de los diferentes componentes del sistema, cierta estabilidad con respecto a la productividad del mismo, es decir, el flujo de los recursos dentro de este se optimiza al utilizar los existentes para crear nuevos insumos que mejoren los procesos productivos dentro de este. De la misma manera esto le permite ser menos susceptible ante ciertas perturbaciones a las cuales se pueda ver expuesto e incluso poder recuperarse en menor tiempo al verse afectado por cualquier condición que perturbe su estabilidad.

4.4.2.3. Susceptibilidad a eventos climatológicos extremos

- **Porcentaje de pérdidas por eventos climatológicos**

Para realizar la medición de este indicador, que corresponde al criterio de susceptibilidad a eventos climatológicos extremos, se establecieron valores de porcentaje de acuerdo a los daños causados por ciertos eventos del clima durante el año 2017, incluyendo heladas, granizo, sequía, vientos, inundaciones, lluvias intensas y otros; los valores se definieron de acuerdo a las pérdidas obtenidas, estableciéndose de la siguiente manera: no existieron pérdidas (0 %), pocas pérdidas (25 %), suficientes pérdidas para afectar la cosecha (50 %), existieron pérdidas, pero cosecharon (75 %) y perdieron la totalidad de los cultivos (100 %). Al realizar la recolección de información, los agricultores respondieron y ubicaron el valor correspondiente a su experiencia, efectuando la medición únicamente para los cultivos destinados al autoconsumo (maíz y frijol).

Cuadro 16. Porcentaje de pérdidas causadas por eventos climatológicos en los cultivos de maíz y frijol.

Sistemas	Productores										\bar{X}
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
A. R.	25	50	25	50	50	50	50	50	25	50	42.50
A. A.	25	25	25	50	37.5	25	25	25	50	25	31.25

Fuente: Investigación 2018.

De acuerdo a los resultados que se presentan en el cuadro 16, los agricultores del sistema tradicional sufren de un 11 % más de pérdidas causadas por eventos climatológicos que los agricultores del agroecosistema alternativo, manteniéndose el promedio bajo las categorías de pocas pérdidas (25 %) y suficientes pérdidas para afectar la cosecha (50 %).

Algunas de las condiciones que determinan dichas pérdidas y fundamentan la diferencia entre ambos sistemas, se basan en el manejo agronómico que se les brinda a los cultivos, específicamente en relación al fortalecimiento de las plantas mediante aplicaciones orgánicas y químicas, así como la utilización de diferentes variedades resistentes o con mejores características de adaptabilidad a las condiciones del lugar en las cuales se desarrollan utilizadas por los agricultores del sistema alternativo.

Esta diferencia, supone un mayor acercamiento a las condiciones que se esperan obtener al introducir dentro de las comunidades nuevas prácticas, tecnologías, métodos y recursos, con el fin de hacer a los agroecosistemas más estables, confiables y resilientes; de acuerdo a ello, el agroecosistema alternativo tiene la ventaja mediante la adopción de las ya mencionadas características que fundamentan su menor susceptibilidad a los eventos del clima que han podido y pueden afectar de peor forma su estado en general, dado que mayores pérdidas en los cultivos pueden disminuir los ingresos económicos para las familias, afectar la disponibilidad de alimentos, entre otros aspectos importantes.

Al relacionarse las pérdidas causadas por estos factores con los aspectos antes mencionados, se afectan indirectamente los diversos componentes del sistema, así como los flujos existentes dentro de los mismos, con esto se afecta cualquier estado de equilibrio que pueda presentar el sistema o la dinámica particular de este, lo que lo convierte en uno menos estable, confiable o capaz de recuperarse ante ciertas perturbaciones de manera más eficiente. De la misma manera, la productividad del sistema se ve afectada cuando los rendimientos descienden y no son suficientes los recursos para alimentar a las familias o generar ingresos para obtener otros recursos necesarios.

4.4.2.4. Pérdidas por plagas y enfermedades

- **Porcentaje de pérdidas por plagas y enfermedades**

El indicador de porcentaje de pérdidas por plagas y enfermedades se liga al criterio de incidencia de estos factores en el área de estudio, para definir los resultados se establecieron valores de porcentaje de acuerdo a las pérdidas obtenidas, donde 100 = Todo perdido, 75 % = más de la mitad de la cosecha pérdida, 50 % = la mitad de la cosecha pérdida, 25 % = menos de la mitad de cosecha perdida y 0 % = Nada perdido. A partir de lo anterior, cada agricultor entrevistado definió sus resultados según su experiencia de acuerdo a cada caso dentro del período de tiempo del año 2017 y para los cultivos de maíz y frijol únicamente.

Cuadro 17. Porcentaje de pérdidas causadas en los cultivos de maíz y frijol por plagas y enfermedades.

Sistemas	Productores										\bar{X}
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
A. R.	25	25	25	37.50	37.50	25	50	37.50	37.50	50	35
A. A.	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25

Fuente: Investigación 2018.

La diferencia que se observa en el promedio de pérdidas por plagas y enfermedades para cada agroecosistema indica que los agricultores de referencia pierden un 10 % más de su cosecha en

comparación con aquellos en el sistema alternativo, ubicando las pérdidas en promedio en el rango de 25-50 %.

La utilización de variedades más resistentes, una diversificación de especies más amplia y un mejor manejo agronómico realizado por los agricultores del sistema alternativo conforman los principales factores causales de la diferencia existente en las pérdidas obtenidas por plagas y enfermedades en ambos agroecosistemas.

De acuerdo a lo anterior, y de la misma manera que en la susceptibilidad a las condiciones climáticas extremas, el agroecosistema alternativo tiene mayores posibilidades de recuperarse ante los daños que pueden provocar las plagas y enfermedades en los cultivos, además de tener una mayor capacidad para mantener el equilibrio del sistema en cuestiones de productividad.

4.4.2.5. Dinamización de mercados locales

- **Porcentaje de producto destinado al mercado**

Para los cultivos comercializados (papa y frijol) se realizó la medición del indicador de porcentaje del producto destinado al mercado, lo cual se definió a través de la ubicación de la cantidad de cosecha vendida dentro de ciertos valores porcentuales, definidos de la siguiente forma: Todo la cosecha vendida (100 %), más de la mitad de la cosecha vendida (75 %), la mitad de la cosecha vendida (50 %), menos de la mitad de la cosecha vendida (25 %) y nada de la cosecha vendida (0 %). Los valores en el cuadro 19 equivalen a los resultados obtenidos luego de las entrevistas realizadas a los agricultores involucrados en el estudio.

Cuadro 18. Porcentaje de producción destinada al mercado de los cultivos comercializados.

Sistemas	Productores										\bar{X}
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
A. R.	33.33	25.00	41.67	66.67	58.33	25.00	25.00	33.33	33.33	33.33	37.50
A. A.	50.00	66.67	75.00	33.33	25.00	33.33	25.00	58.33	66.67	66.67	50.00

Fuente: Investigación 2018.

De acuerdo a los resultados que se obtuvieron y que se presentan en el cuadro 18, los agricultores del sistema alternativo destinan un 12.5 % más de producto a los distintos mercados involucrados, sobre los agricultores del agroecosistema de referencia.

Lo anterior refleja como en el agroecosistema alternativo, la disponibilidad de productos a partir de los mayores rendimientos obtenidos en los distintos cultivos comercializados permite un ingreso económico más alto a partir de la venta de los mismos, lo cual no sólo mejora la economía de las familias, buscando optimizar las condiciones en su calidad de vida si no que les permite a partir de los beneficios que se obtienen, una mayor capacidad de mantener al sistema en un estado de equilibrio, ya que pueden fortalecer otros componentes del mismo y con ello permitir un mejor flujo en todas las interacciones que se generan como resultado. Además, estas ventajas le permiten tener mayores posibilidades de adentrarse en nuevos mercados a partir de la satisfacción de la demanda que se presente.

Toda esta dinámica dentro del sistema, representa directamente en el mismo, un estado de menor susceptibilidad a ser afectado por ciertas perturbaciones o una mejor capacidad para reponerse a ello.

4.4.2.6. Alta diversificación de productos

- **Diversidad de especies (Índice de Shannon)**

La medición del indicador de diversidad de especies se realizó a partir de la utilización del índice de Shannon dispuesto para lograr este objetivo, tomando en cuenta información sobre densidades de siembra de los diferentes cultivos existentes dentro de las parcelas destinadas a la producción agrícola de cada agricultor, así como la disposición de los mismos en el espacio y el tiempo.

Cuadro 19. Diversidad de especies mediante el índice de Shannon.

Sistemas	Productores										\bar{X}
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
A. R.	0.72	0.81	0.85	1.17	1.05	0.54	0.90	0.82	0.81	0.82	0.85
A. A.	0.86	1.08	0.92	0.96	0.52	0.89	0.86	1.23	1.14	1.06	0.95

Fuente: Investigación 2018.

Los resultados que se muestran en el cuadro 19 indican que el agroecosistema alternativo presenta una diversidad de especies mayor al agroecosistema de referencia, con un porcentaje de diferencia del 11 % equivalente a un valor de 0.10 en el índice utilizado.

La diversidad de especies medida mediante el índice de Shannon, es un indicador que se encuentra dentro del criterio de diversificación de productos, lo cual puede establecerse como una de las características que hacen a los sistemas más sustentables mediante las prácticas de rotación de cultivos o la diversificación de los mismos, en un mismo espacio, para contribuir al desarrollo de la agroecología en donde se reduce la incidencia y/o susceptibilidad a plagas y enfermedades, se realiza el mejoramiento del recurso suelo y otras que directamente hacen a los agroecosistemas más estables, manteniéndolos dentro de un equilibrio dinámico adecuado y permitiendo así, no sólo el sostenimiento de su potencial productivo, sino también aumentando su confiabilidad por el hecho de tener menos oportunidades de ser afectado ante diversas condiciones extremas.

Dado el anterior contexto, los resultados muestran una mejor condición del sistema alternativo en comparación con el sistema de referencia, produciendo una mayor cantidad de especies de plantas en un mismo espacio y/o la rotación de ellas.

4.4.3. Adaptabilidad

En el atributo de adaptabilidad para medir la sustentabilidad de los agroecosistemas, los criterios de diagnóstico que se incluyeron se encuentran vinculados a la adopción de tecnologías propuestas por las organizaciones involucradas y la asesoría técnica que estas y sus colaboradores brindan a los agricultores dentro del sistema.

4.4.3.1. Adopción de tecnologías

- **TAI**

La Tasa de Adopción de Innovaciones (TAI) es un indicador que se midió bajo el análisis de redes de innovación. Esta tasa muestra el porcentaje de adopción de cada tecnología propuesta dentro del catálogo que se introdujo en las comunidades como apoyo a los agricultores con el fin de mejorar los procesos dentro de sus sistemas productivos. Este catálogo incluyó 8 tecnologías dentro de las cuales se encuentran el manejo de aves, la implementación de barreras vivas, macro túneles, estructuras de manejo post cosecha (silos metálicos), lombricompost, diversificación de fincas, producción mejorada de papa y huertos familiares.

Cuadro 20. Tasa de adopción de tecnologías.

Sistemas	Tecnologías								\bar{X}
	1	2	3	4	5	6	7	8	
A. R.	0	70	20	0	10	0	20	0	15
A. A.	100	100	40	30	40	100	60	30	62.50

Fuente: Investigación 2018.

El cuadro 20 señala que los agricultores del agroecosistema alternativo tienen un TAI 47.5 % mayor al de los del agroecosistema de referencia, indicando que en el sistema alternativo las tecnologías han sido más adoptadas.

- **INAI**

El Índice de Adopción de Innovaciones, de la misma manera que la TAI, fue medido bajo el análisis de redes de innovación. En este caso, los resultados indican el porcentaje que cada agricultor posee sobre la adopción de las diferentes innovaciones introducidas dentro de las comunidades; es decir, cuantas de las diversas innovaciones propuestas los agricultores adquirieron y han mantenido en uso para mejorar los procesos productivos dentro de sus parcelas.

Cuadro 21. Índice de adopción de tecnologías

Sistemas	Productores										\bar{X}
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
A. R.	25.00	12.50	12.50	25.00	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50	15.00
A. A.	87.50	50.00	62.50	75.00	62.50	75.00	62.50	50.00	62.50	37.50	62.50

Fuente: Investigación 2018.

De acuerdo a lo que se observa en el cuadro 21, la mayoría de los agricultores dentro del agroecosistema alternativo tienen un índice de adopción de tecnologías mayor a los del agroecosistema de referencia, presentando una diferencia de 47.5 %.

La adopción de tecnologías es uno de los criterios más importantes dentro del estudio, dada su relevancia en el impacto directo que estas conllevarían dentro de los sistemas, según los objetivos planteados para cada una de ellas. Durante los últimos tres años se han propuesto he introducido diversas prácticas, herramientas y técnicas agronómicas que buscan un avance importante en el desarrollo de los procesos productivos dentro de las parcelas de los agricultores en ambos agroecosistemas; la participación continua de algunos de ellos ha determinado claramente los resultados obtenidos en este sentido y se refleja en los diversos aspectos evaluados con anterioridad que se ligan a ello.

Para definir los resultados de los indicadores (TAI e INAI) vinculados a este criterio, se tomó en cuenta no solamente la adquisición de un determinado número de tecnologías, sino que fueron incluidas únicamente aquellas que realmente han sido mantenidas a lo largo del tiempo dentro de las parcelas y que han contribuido de alguna manera a mejorar el sistema de producción.

La medición de la tasa de adquisición de innovaciones y el índice de adquisición de innovaciones, permitió obtener una perspectiva clara de la dinámica que han tenido las diferentes tecnologías propuestas dentro de ambos agroecosistemas y la respuesta que los agricultores han tenido ante la introducción de las mismas. En ambas situaciones los agricultores del agroecosistema alternativo presentaron mejores resultados en comparación con los del agroecosistema de referencia, dado su compromiso con las organizaciones y el compromiso de las organizaciones en el seguimiento de dichas tecnologías.

La ventaja que adquieren los agricultores del agroecosistema alternativo mediante su superioridad en la adopción de tecnologías, desde el acceso a las mismas, se basa en la posibilidad de ampliar sus métodos y prácticas de manejo de los diferentes componentes que se presentan en su marco de desarrollo productivo, lo cual resulta en nuevos niveles de capacidad para desempeñar cualquier actividad que se vincule a ello, obteniendo mayores oportunidades de lograr nuevos y/o mejores resultados y continuar manteniendo y superando la productividad a largo plazo.

En el mismo sentido, la posibilidad de acceso a las tecnologías para los agricultores del agroecosistema de referencia no se encuentra muy distante a la de los del alternativo, puesto que estos son igualmente considerados a participar dentro de los proyectos de apoyo; la diferencia se marca en el interés y el compromiso de estos agricultores en la adopción de las tecnologías y en la búsqueda de mejores herramientas para el desarrollo de sus actividades agropecuarias.

Sin embargo, de manera general, el acceso que brindan las organizaciones a cualquier tipo de oportunidad para mejorar los agroecosistemas, fundamenta una base importante en la capacidad de los agricultores para innovar, debido a que en la mayoría de ocasiones estos desconocen nuevas técnicas o métodos que les permitan alcanzar dicho objetivo. Y aunque esto podría suponer cierta dependencia a la ayuda por parte de fuentes externas, también se reconoce como un importante factor que promueve la innovación.

4.4.3.2. Asesoría técnica

El criterio de diagnóstico sobre la asesoría técnica, contempla los indicadores de número de organizaciones que brindan apoyo a los agricultores y el número de capacitaciones que recibieron como beneficiarios de estas organizaciones.

- **Organizaciones que brindan apoyo a los productores**

La medición del indicador de organizaciones que brindan apoyo a los productores dentro del estudio, se realizó mediante la presentación de un catálogo de varias entidades gubernamentales y no gubernamentales que trabajan dentro del área de acción del mismo, para que mediante las entrevistas con los diferentes agricultores involucrados se obtuviera la información sobre aquellas que han brindado algún tipo de apoyo a los mismos y de acuerdo a ello determinar el número y la identificación de estas.

Cuadro 22. Número de organizaciones que les brindan apoyo a los productores.

Sistemas	Productores										\bar{X}
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
A. R.	1	1	2	2	2	1	1	1	2	2	2
A. A.	4	2	2	4	4	2	2	3	3	3	3

Fuente: Investigación 2018.

Para el indicador evaluado en el cuadro 22 se muestra un valor de una organización en promedio de diferencia como apoyo a los agricultores de las comunidades estudiadas, en dónde aquellos del agroecosistema alternativo tienen una mayor vinculación a organizaciones capaces de brindarles apoyo en comparación con aquellos del agroecosistema de referencia.

- **Número de capacitaciones recibidas al año**

Para realizar la medición de este indicador, la información obtenida fue recopilada a partir de fuentes primarias y secundarias, mediante las entrevistas realizadas a los agricultores involucrados en el estudio, quienes respondieron al cuestionamiento sobre su participación en diversas capacitaciones realizadas y además los datos existentes en la base de datos de ejecución de actividades y asistencia de participantes brindada por la institución aliada ASOCUCH.

Cuadro 23. Número de capacitaciones recibidas por los productores durante el período anual del 2017.

Sistemas	Productores										\bar{X}
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
A. R.	2	1	1	1	1	1	2	1	2	2	1
A. A.	6	5	5	4	6	4	3	2	3	6	4

Fuente: Investigación 2018.

Según los resultados obtenidos y presentados en el cuadro 23, los agricultores del agroecosistema alternativo recibieron en promedio 3 capacitaciones más que los agricultores del agroecosistema de referencia, fortaleciendo en mayor proporción sus capacidades personales.

Los agricultores del agroecosistema alternativo muestran una participación mayor en las actividades que las organizaciones que brindan apoyo promueven y por lo tanto los beneficios que obtienen también son mayores en comparación con aquellos del agroecosistema de referencia.

Debido a que parte del trabajo que se realiza dentro las comunidades como parte del apoyo brindado por las organizaciones se complementa con el fortalecimiento de las capacidades de los agricultores o beneficiados, mediante talleres, capacitaciones, giras de campo, réplicas de capacitación y otras que se suman a la búsqueda de mejorar los procedimientos y actividades que los agricultores realizan dentro de sus procesos productivos, estos indicadores tienen una considerable relevancia, ya que se añaden a la ventaja que se confiere al hecho de ampliar los conocimientos de los agricultores y con ello adjudicarles a sus sistemas una mayor adaptabilidad a los cambios que se puedan presentar en el futuro a corto, mediano y largo plazo.

Esta adaptabilidad se basa en que a partir de los conocimientos y habilidades que los agricultores adquieren, todos los procesos dentro de sus sistemas pueden optimizarse y generar nuevos flujos

que los hagan más estables, complementando elementos entre componentes y mejorando las relaciones existentes para alcanzar y mantener una productividad adecuada de acuerdo a cada caso.

4.4.4. Equidad

El atributo de equidad, con los criterios de diagnóstico de participación familiar en el trabajo agropecuario entre hombres y mujeres y la distribución del trabajo familiar también evaluado entre hombres y mujeres, fueron medidos mediante la utilización de una escala establecida bajo el método de Likert y que se presenta en el cuadro 28 en la sección de anexos.

4.4.4.1. Participación familiar en el trabajo agropecuario

- **Miembros de la familia que participan en las actividades agropecuarias**

La evaluación de la sustentabilidad, mediante el atributo de equidad, se realizó a través de la medición del indicador de miembros de la familia que participan en las actividades agropecuarias, utilizando la información sobre este aspecto obtenida en las entrevistas y visitas realizadas a cada agricultor involucrado en el estudio. Para poder efectuar dicha medición, los datos obtenidos fueron analizados a través de una escala (Ver cuadro 28) que permitió definir en valores de porcentaje la equidad general para cada agroecosistema.

Cuadro 24. Porcentaje de equidad en la participación de los miembros de la familia que trabajan en las actividades agropecuarias.

Sistemas	Productores										\bar{X}	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
A. R.					32							32
A. A.					35							35

Fuente: Investigación 2018.

A partir de los resultados obtenidos, la equidad respecto a la participación de los diferentes miembros de las familias en ambos agroecosistemas no difiere en gran proporción una de la otra, obteniéndose una diferencia del 3 % entre ellos.

La participación de los integrantes de las familias en ambos agroecosistemas presentaron un porcentaje de equidad sin una diferencia considerable, ubicándose en un rango de 32-35 %, lo cual nos indica que en ambos agroecosistemas la contribución del hombre en las actividades agropecuarias predomina sobre el de la mujer; para medir este indicador se tomaron en cuenta la características familiares sobre el número de miembros de las mismas y las edades adecuadas para realizar las actividades antes mencionadas.

Para este indicador, una participación mayor de miembros de las familias, tanto de hombres como de mujeres, puede representar para los agroecosistemas un importante cambio con respecto a la distribución de responsabilidades y beneficios que se generan dentro de los mismos, y esa misma participación, no sólo en el ámbito agropecuario, puede conferirles además una mayor estabilidad a través de un trabajo en equipo que permita hacer más eficientes todos los procesos dentro del marco del sistema.

4.4.4.2. Distribución del trabajo familiar

- Trabajo asumido por cada miembro de la familia

Otro indicador vinculado al atributo de equidad, es el porcentaje que se tiene de ésta en el trabajo asumido por los diferentes miembros de las familias de los agricultores, en dónde de la misma manera que en el anterior, se utilizó la escala en el cuadro 28 para obtener el valor de equidad para cada agroecosistema, a partir de los datos proporcionados por los agricultores sobre el rol de cada miembro familiar en las diferentes actividades agropecuarias y la cantidad de trabajo que se vincula a dicho rol.

Cuadro 25. Porcentaje de equidad en el trabajo asumido por cada miembro de la familia.

Sistemas	Productores										\bar{X}	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
A. R.					0							0
A. A.					60							60

Fuente: Investigación 2018.

El cuadro 25 muestra claramente la diferencia importante que presenta la equidad en el ámbito del trabajo asumido por los diferentes miembros de las familias involucradas, indicando que para el caso de los agricultores del sistema de referencia la mayoría del trabajo agropecuario es realizado por hombres únicamente, mientras que en el agroecosistema alternativo el papel de la mujer ha cambiado y su participación ha permitido obtener un porcentaje de equidad del 60 % traducido en una relación de 70 hombres y 30 mujeres asumiendo diferentes tareas dentro de las actividades agropecuarias.

En el caso de la distribución de la carga familiar, la tendencia equitativa predomina en el sistema alternativo con un valor del 60 % de equidad sobre el sistema de referencia que presentó una equidad nula en este sentido, lo cual refleja que, en él, los hombres predominan como encargados de las labores dentro de las parcelas, mientras que las mujeres en el sistema alternativo se han constituido como un importante apoyo para los hombres dentro del mismo.

Tomando en cuenta que la participación de la mujer y la carga de trabajo que esta puede suponer para la misma, en el desarrollo de su colaboración dentro del ámbito agropecuario puede ser vista como una sobre explotación al aumentar las horas de trabajo y/o el esfuerzo necesario que requieren estas actividades, dado su papel protagónico en las labores domésticas. La inclusión hacia diferentes actividades puede ampliar considerablemente sus capacidades a través del aprendizaje en relación al manejo básico de cultivos o animales y las prácticas relacionadas y con ello lograr una independencia al concepto tradicional de desarrollo familiar en donde el hombre es el único capaz de tomar decisiones, distribuir tareas y repartir beneficios dentro del núcleo de la familia.

En ese sentido, las familias de los agricultores del agroecosistema alternativo, con el porcentaje de equidad superior con respecto al trabajo asumido por los diferentes miembros de las familias, tienen una ventana de oportunidad mayor, para que las mujeres de las comunidades se desempeñen de mejor manera dentro de sus diferentes actividades y con ello tener la posibilidad de recibir y distribuir de manera justa los beneficios que estas conlleven.

4.5. Estandarización de los valores

Debido a la alta dispersión que presentan los resultados obtenidos en la medición de cada indicador y a que el análisis final de los agroecosistemas debe realizarse de manera integral, se efectuó un proceso de estandarización mediante una fórmula (ver anexo 2) que utiliza promedios y valores máximos y mínimos de una serie de datos para poder uniformizarlos dentro de un rango del 0-100. De acuerdo a esto, para cada resultado obtenido en la medición de los indicadores, se presentan los valores estandarizados en cada agroecosistema.

Cuadro 26. Estandarización de los valores obtenidos en la medición de indicadores en los sistemas de referencia y alternativo en las comunidades de Villa Alicia y Las Lajas, San Martín Cuchumatán, Todos Santos Cuchumatán.

Atributos	Indicadores	Dirección de cambio	Sistema alternativo	Sistema de referencia	Valores de referencia		S.A. Estandarizado	S.R. Estandarizado
					Valor min.	Valor max.		
Productividad	Rendimiento de maíz	Maximizar	2139.43	876.99	541.29	3085.71	62.81	13.19
	Rendimiento de frijol	Maximizar	2242.29	935.99	308.62	2880.05	75.20	24.40
	Rendimiento de papa	Maximizar	31781.81	26712.61	20570.98	35999.32	72.66	37.86
	Relación B/C en el cultivo de papa	Maximizar	1.89	1.44	1.12	2.29	65.81	27.35
	Disponibilidad de carne	Maximizar	14	9	0	24	58.33	35.42
	Disponibilidad de granos básicos (maíz)	Maximizar	99.06	59.80	15.12	176.40	52.05	27.70
	Disponibilidad de granos básicos (frijol)	Maximizar	20.59	4.89	1.32	54.43	36.28	6.72
Estabilidad confiabilidad y resiliencia	Prácticas de conservación de suelos	Maximizar	3	2	1	4	63.33	16.67
	Aplicación de abonos orgánicos	Maximizar	2	0	0	3	63.33	3.33
	Independencia a insumos externos	Maximizar	0.12	0.01	0	0.22	54.55	4.55
	Pérdidas por eventos climatológicos	Minimizar	31.25	42.50	0	100	68.75	57.50

Fuente: Investigación 2018.

Atributos	Indicadores	Dirección de cambio	sistema alternativo	sistema de referencia	Valores de referencia		S.A. Estandarizado	S.R. Estandarizado
					Valor min.	Valor max.		
Estabilidad, Confiabilidad y Resiliencia	Pérdidas por plagas y enfermedades	Minimizar	25	35	0	100	75	65
	Producto destinado al mercado	Maximizar	50	37.50	0	100	50	37.50
	Diversidad de especies	Maximizar	0.95	0.85	0.52	1.23	60.56	46.48
Adaptabilidad	TAI	Maximizar	62.5	15	0	100	62.5	15
	INAI	Maximizar	62.5	15	0	100	62.5	15
	Organizaciones que brindan apoyo	Maximizar	3	2	1	4	63.33	16.67
	Capacitaciones por año	Maximizar	4	1	1	6	68	8
Equidad	Miembros de la familia que participan en las actividades agropecuarias	Maximizar	35	32	0	100	35	32
	Trabajo asumido por cada miembro de la familia	Maximizar	60	0	0	100	60	0

Fuente: Investigación 2018.

4.6. Integración de resultados

De acuerdo a la metodología MESMIS, se integraron los resultados obtenidos en la medición de los indicadores utilizados para evaluar la sustentabilidad mediante una gráfica tipo AMIBA, en donde los agroecosistemas de referencia y alternativo se encuentran dispuestos en un mismo espacio de análisis para ser comparados entre ellos.

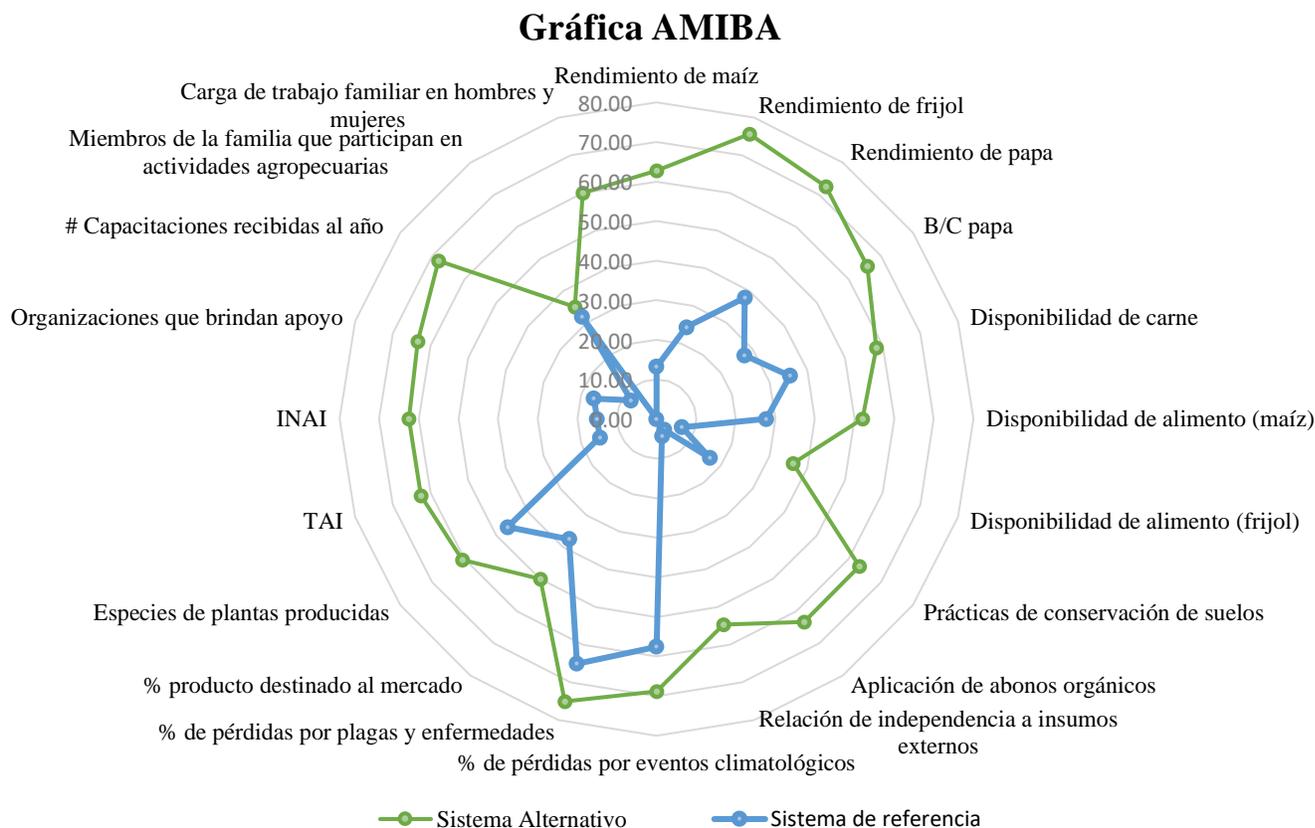


Figura 5. AMIBA de los resultados obtenidos en la medición de los indicadores para los agroecosistemas de referencia y alternativo evaluados en las comunidades de Villa Alicia y Las Lajas, San Martín Cuchumatán, Todos Santos Cuchumatán, Huehuetenango.
Fuente: Investigación 2018.

La representación gráfica de los resultados obtenidos, que se observa en la figura 5, permitió tener una clara visión del comportamiento de los dos diferentes agroecosistemas evaluados con respecto a los indicadores utilizados para medir la sustentabilidad de los mismos, y los cuales se encuentran ligados directamente a los criterios de diagnóstico y atributos correspondientes.

En el mismo contexto, la diferencia que obtiene el agroecosistema alternativo sobre el de referencia, en la mayoría de los indicadores utilizados, se evidencia en esta gráfica; la generalidad de ellos, los cuales se encuentran representados por la secuencia de puntos color verde, tienden a estar más cerca del límite exterior que se traduce como el punto óptimo a alcanzar, mientras que la secuencia de color azul que identifican a los datos del agroecosistema de referencia, se mantiene más cerca del valor 0.

De acuerdo a lo anterior, las características particulares del agroecosistema alternativo vinculadas a los puntos incluidos en la evaluación mediante los indicadores seleccionados, le confieren un

mayor acercamiento a un estado de sustentabilidad en comparación con el agroecosistema de referencia que presenta más dificultades para alcanzar dicho objetivo.

De la misma manera, la gráfica permitió no solo identificar el comportamiento en general de los agroecosistemas y las diferencias entre ellos, sino que además, dentro de la misma se pudieron identificar los diferentes puntos más fuertes y más débiles con los que cuentan, lo que define claramente una línea base para la realización de diferentes acciones que busquen aumentar el acercamiento a un estado de sustentabilidad en el futuro.

A partir de lo anterior, se determinó que el atributo de productividad, con los indicadores de rendimiento de los cultivos, relación beneficio/costo y disponibilidad de alimentos, es uno de los más fortalecidos dentro del agroecosistema alternativo, a pesar de que la disponibilidad específica del cultivo de frijol presente un comportamiento menos eficiente que los demás incluidos en este. Generalmente el componente productivo es el que más atención recibe cuando un sistema es intervenido, debido a que los beneficios que se obtienen del mismo pueden ser percibidos en un período de tiempo considerablemente más bajo, convirtiéndose para los adquirentes de dichos beneficios en un nivel más alto de prioridad; lo que fundamenta en parte el comportamiento de este atributo en los resultados del estudio realizado.

Los atributos de confiabilidad, estabilidad y resiliencia, por su parte también tienen un mayor fortalecimiento en el agroecosistema alternativo, específicamente en relación al criterio de erosión que está siendo prevenida o contrarrestada mediante la introducción de estructuras de conservación de suelo y/o la aplicación de abonos orgánicos elaborados por los mismos actores involucrados.

Sin embargo, dentro de los mismos atributos, los indicadores de porcentaje de pérdidas por eventos climatológicos extremos y plagas y enfermedades, a pesar de mantenerse en valores relativamente bajos, las diferencias que se obtuvieron sobre el agroecosistema de referencia no muestran un verdadero cambio en el comportamiento de los mismos, presentando las mismas características para los casos de la diversidad de especies producidas y el criterio de dinamización de los mercados.

En el mismo sentido, respecto al indicador de independencia a la utilización de insumos externos, que se basa en el manejo de productos químicos, es un importante punto a resaltar debido a que si bien, la diferencia entre los agroecosistemas es muy notable, el avance en general que se ha tenido en la búsqueda de alternativas para la sustitución de los mismos ha sido muy baja.

Por su parte, el atributo de adaptabilidad es otro de los más fortalecidos en la intervención del agroecosistema alternativo, en donde los cuatro indicadores que lo conforman (INAI, TAI, número de organizaciones que brindan apoyo y número de capacitaciones recibidas) se encuentran realmente distantes a la condición del agroecosistema de referencia. La razón de esto básicamente es que la introducción de tecnologías en las comunidades forma parte fundamental del trabajo que las organizaciones realizan en ellas, lo que se complementa con los beneficios intrínsecos a esto mediante la búsqueda del reforzamiento de las aptitudes de los agricultores a través de capacitaciones, talleres y otros.

Por último, la equidad como atributo de sustentabilidad, es el que más déficit de atención presenta, no sólo determinado por la baja diferencia obtenida en la comparación de ambos agroecosistemas, sino también por el hecho de que no se puede establecer un verdadero sentido de equidad a partir del único supuesto de que la participación aumentada de la mujer en las diferentes actividades se traduzca directamente en que los beneficios que se obtengan también sean equitativos y distribuidos de manera justa.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

1. Se comprobó la hipótesis planteada para la investigación, confirmando que el agroecosistema alternativo, según sus características particulares de manejo, es más sustentable que el agroecosistema de referencia.
2. La caracterización de los agroecosistemas permitió establecer de manera concreta la información recopilada sobre los objetivos de estudio, es decir, los agroecosistemas de referencia y alternativo, a partir de la cual se identificaron las particularidades de cada uno de ellos en relación a sus fortalezas y debilidades, sirviendo de base para la determinación y medición de los indicadores necesarios para identificar al más autosustentable.

Esta caracterización permitió identificar los principales componentes que los constituyen, siendo estos: el socioeconómico, el agrícola, el pecuario y el forestal, para ambos. Las principales diferencias encontradas entre estos, se evidenciaron en los subcomponentes de los mismos y los flujos existentes dentro de ellos, así como en las entradas y las salidas de cada sistema.

El manejo de los recursos en ambos agroecosistemas definió dichas diferencias, en donde el alternativo presentó una mayor cantidad de subcomponentes e interacciones. De acuerdo a esto, el componente agrícola, por su parte, presentó un mejor manejo de los cultivos, generando mayores salidas del sistema al comercializar una diversidad más alta de productos. Además, esto le confirió una mayor posibilidad de interrelacionarse con otros componentes como el pecuario y el socioeconómico, generando recursos para el auto abastecimiento alimentario y el mantenimiento de las especies de animales que se manejan.

De la misma manera, el manejo de los componentes pecuario y forestal en el sistema alternativo le permitió generar nuevas salidas e interacciones con otros componentes en comparación con el de referencia, especialmente con el componente socioeconómico a través de la reutilización de algunos recursos para la creación de nuevos, como abonos orgánicos. Así mismo, en ambos sistemas, el componente socioeconómico tiene un importante papel como proveedor de recursos necesarios para el manejo y desarrollo de los demás componentes.

Con relación a las entradas a ambos sistemas, la intervención de las instituciones involucradas en el apoyo a los mismos, se constituyó como una de las principales fuentes de estas, mediante la provisión de tecnologías, insumos y asistencia técnica relacionada a las mismas. Sin embargo, en el agroecosistema de referencia, estas entradas fueron menores en comparación con las del sistema alternativo, dirigiéndose a menos componentes y generando menos interacciones dentro de ellos.

3. En la medición de indicadores, los atributos de productividad y adaptabilidad, con siete y cuatro indicadores respectivamente, presentaron los mayores porcentajes de diferencia entre los agroecosistemas, definiendo al alternativo como superior al de referencia, el cual presentó mejores características con respecto a rendimientos, beneficios en la comercialización de cultivos, mayor disponibilidad de alimento para las familias, adopción de tecnologías y en la adquisición de conocimientos y habilidades para mejorar sus procesos productivos. De acuerdo

a esto, el sistema alternativo, tiene una mayor capacidad para generar los bienes y servicios necesarios para el mantenimiento del mismo a largo plazo, así como la capacidad de mantenerse productivo ante los cambios que puedan presentarse en el futuro, mediante la búsqueda y adopción de nuevas herramientas y métodos que los ayuden a lograr dicho objetivo.

Por su parte, con siete indicadores, los atributos de estabilidad, confiabilidad y resiliencia también definieron al sistema alternativo como superior al de referencia. Sin embargo, dentro de estos, las diferencias obtenidas en las mediciones no fueron tan significativas como las mencionadas anteriormente, especialmente en los aspectos de pérdidas en los cultivos por diferentes factores (eventos climatológicos extremos y plagas y enfermedades), y en la diversidad de especies encontrada. Sólo los indicadores relacionados a la conservación del suelo, presentaron diferencias considerables entre los agroecosistemas. A partir de lo anterior y a pesar de las bajas diferencias encontradas, el sistema alternativo tiene una mayor capacidad de mantener su productividad a lo largo del tiempo a través del manejo dinámico de sus recursos. Además, este también tiene una mayor capacidad de reponerse ante condiciones adversas y una menor susceptibilidad a sufrir daños considerables ante las mismas.

Por último, con relación al atributo de equidad, evaluado mediante dos indicadores, el agroecosistema alternativo superó al de referencia, señalando una mejor distribución del trabajo familiar entre hombres y mujeres, permitiendo con ello, desarrollar sus actividades de manera más eficiente.

5.2. Recomendaciones

1. Que las organizaciones gubernamentales y no gubernamentales que realizan intervenciones dentro del área de estudio, utilicen la información obtenida en esta investigación y con ella se fundamente una línea base para el desarrollo de diferentes planes de acción que permitan mejorar realmente las condiciones de vida de los agricultores dentro de las comunidades y acerque los agroecosistemas a un estado de mayor sustentabilidad.
2. Que las instituciones que intervienen en el área, amplíen las acciones con visión agroecológica dentro del desarrollo de las actividades que promueven para mejorar los procesos productivos en las fincas de los agricultores.
3. Que los involucrados en la búsqueda de alternativas de manejo de los diferentes componentes de los agroecosistemas, consideren de mejor manera los aspectos sociales y ambientales, con el objetivo de mejorar la estabilidad, confiabilidad y resiliencia de los mismos a través de las actividades realizadas en ellos.
4. Que los actores involucrados en el desarrollo de programas y proyectos de apoyo a las comunidades, incluyan dentro de estos, acciones efectivas relacionadas al tema de distribución equitativa de los beneficios.
5. Establecer metodologías que se adecúen a las condiciones específicas de las comunidades intervenidas, para atender de manera adecuada la problemática existente y con ello mejorar los aspectos que permitan mantener a los agroecosistemas a largo plazo, tomando en cuenta todos los atributos de sustentabilidad.
6. A los interesados, analizar los puntos débiles y fortalecidos que se presentaron de manera integral en la gráfica AMIBA y a partir de ello, establecer medidas que permitan corregir los problemas encontrados y seguir fortaleciendo los puntos robustos ya establecidos.
7. Que las organizaciones involucradas sigan trabajando en la búsqueda del mejoramiento de las condiciones económicas, ambientales y sociales de los agricultores en las comunidades, especialmente de aquellos ubicados en las categorías de subsistencia e infra subsistencia.
8. Realizar un segundo ciclo de evaluación, en un período de tiempo afín al utilizado en este estudio (3 años), basándose en la oportunidad que brinda la metodología MESMIS por sus características de flexibilidad y ciclo abierto, para seguir determinando las condiciones de evolución de los agroecosistemas y establecer con ello puntos de referencia para seguir mejorando las acciones que se promueven dentro del área.

VI. BIBLIOGRAFÍA

1. Alonzo, S. R., Villatorom O. O., Sosa, E. O., Morales, T. D., Montejo, J. D., Morales, M.C. 2018. Análisis de vulnerabilidad de comunidades adaptadas a cambio climático microcuenca Río Limón Bajo, municipio de Todos Santos Cuchumatán, Huehuetenango. 69.
2. Altieri, M.A. 1987. Diez tesis sobre el medio ambiente en América Latina. *Ecología* 2, núm. 1: 1.
3. Argueta J. 2007. Diagnóstico socioeconómico, potencialidades productivas y propuesta de inversión. Municipio de Santa María Chiquimula, Totonicapán (en línea). Guatemala. Consultado 26 feb. 2018. Disponible en http://biblioteca.usac.edu.gt/EPS/03/03_0644_v12.pdf
4. Astier, M., Galván, Y., Masera, O. R., 2008, Evaluación de Sustentabilidad, Un enfoque dinámico y multidimensional, Mundiprensa-SEAE-CIGA-CIEco-GIRA, Valencia, Spain.
5. Brenman, 2016. América Central y el Caribe en crisis por los desastres naturales. México.
6. Brundtland, H. 1987. Report of the world commission on environment and development.
7. CAP (Centro de Atención Permanente). 2015. Censo poblacional. Todos Santos Cuchumatán, Huehuetenango. Guatemala.
8. CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). 2010. Efectos del cambio climático sobre la agricultura. D.F. México. 963
9. CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). 2013. Impactos potenciales del cambio climático sobre los granos básicos en Centroamérica. D.F. México.
10. Clayton, M. H., y N. J. Radcliffe. 1996. Sustainability: A Systems Approach. Westview Press, Colorado.
11. Conway, G. R. 1994. Sustainability in agricultural development: trade-offs between productivity, stability, and equitability. *Journal for Farming Systems Research and Extension* 4(2):1-14.
12. Food and Agriculture Organization (FAO). 1994. FESLM: an International Framework for Evaluating Sustainable Land Management. Roma: World Soil Resources Report.
13. Gameda, S., Dumanski, J., 1994, "Framework for the evaluation of sustainable land management: a case study of two rain-fed cereal-livestock farming systems in the Black Chernozemic zone of Southern Alberta, Canada", *Canadian Journal of Soil Science* 75(4), 429-437

14. Gargoloff N.A., Bonicatto, M.M. y Sarandón, S.J. (2009) Análisis del Conocimiento y Manejo de la Agrobiodiversidad en Horticultores Capitalizados, Familiares y Orgánicos de La Plata, Argentina. *Revista brasilera de Agroecología* 4(2):1724-1728.
15. Giampietro, M., y G. Pastore. 2000. "The Amoeba Approach: A Tool for Multidimensional Analyses of Agricultural System Performance", en J. Köhn, J. Gowdy, y J. van der Straaten(eds.). *Sustainability in Action. Sectoral and Regional Case Studies*, Edward Elgar, Cheltenham (UK).
16. Hart, R.D. (1985). *Conceptos básicos sobre agroecosistemas*. CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). Turrialba, Costa Rica. pp. 67-78.
17. Hernández M., F.S. 2008. Diagnóstico socioeconómico, potencialidades productivas y Propuestas de inversión. Tesis Lic. Ec. Guatemala, USAC.280 p. Consultado el 17 de feb. 2018. Disponible en: http://biblioteca.usac.edu.gt/EPS/03/03_0677_v11.pdf
18. Holdridge, L.W. *Mapa de Zonificación Ecológica de Guatemala, Fonaciones Vegetales* Ministerio de Agricultura SCIDA. 1969. Guatemala.
19. INAB (Instituto Nacional de Bosques, GT) (en línea). *Clasificación de tierras por capacidad de uso. Aplicación de una metodología para tierras de la república de Guatemala*. Guatemala, 96 p. Consultado el 10 de feb. 2018. Disponible en: <http://186.151.231.170/inab/images/descargas/manuales/capacidad.pdf>.
20. INE (Instituto Nacional de Estadística). 2002. *Censo poblacional y habitacional*. Guatemala.
21. INE (Instituto Nacional de Estadística). 2014-2015. *Perfil de pobreza en Guatemala*. Guatemala.
22. INSIVUMEH (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología) 2015.
23. Levins, R. y Vandermeer, J. H. 1990. *The Agroecosystem Embedded in a Complex Ecological Community*. En: *Agroecology*. Carroll, C.R., Vandermeer, J. H. y Rosset, P. M. (eds.) 341-62. EUCA: Mc Graw Hill
24. Lobos, W. 2007. *Costos y rentabilidad de unidades agrícolas (producción de maíz)* (en línea). Guatemala. Consultado 24 feb. 2018. Disponible en http://biblioteca.usac.edu.gt/EPS/03/03_0644_v2.pdf
25. López, S. 2015. *Guía de boleta de encuesta utilizada para la medición de indicadores en estudios utilizando el Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de los recursos naturales, incorporando Indicadores de Sustentabilidad -MESMIS- en Guatemala*.
26. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación). 2000. *Mapa de amenaza de sequía*. Unidad de Planificación Geográfica de Gestión de Riesgos.

27. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. 2000. Primera aproximación al mapa de clasificación taxonómica de los suelos de la República de Guatemala (en línea). Guatemala. Consultado 24 feb. 2018. Disponible en http://web.maga.gob.gt/wp-content/blogs.dir/13/files/2013/widget/public/mapa_taxonomica_memoria_tecnica_2000.pdf
28. MARN-URL (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales-Universidad Rafael Landívar). 2009. Informe Ambiental del Estado – GEO Guatemala. Guatemala. 286 pp.
29. Masera, O., M. Astier y S. López-Ridaura. 1999. Sustentabilidad y manejo de recursos naturales:El marco de evaluación MESMIS. México: Mundi-Prensa-GIRA-UNAM.
30. Masera, O. R., y S. López-Ridaura. 2000. Sustentabilidad y sistemas campesinos: cinco experiencias de evaluación en el México rural. MundiPrensa, GIRA/Programa Universitario de Medio Ambiente/Instituto de Ecología-UNAM, México.
31. Melgar Ruíz, F.R. 2008. Diagnóstico socioeconómico, potencialidades productivas y propuestas de inversión. San Juan Ostuncalco, Quetzaltenango. Guatemala. 130 pp.
32. Migoya, C. 2017. Material de estudio para el curso-taller internacional “Sistemas Agrícolas, Manejo de Recursos Naturales y Sustentabilidad”.
33. Mitchell R. 1984. The ecological basis for comparative primary production. In: Lowrance R, BR Stinner & GJ House (Eds) Agricultural Ecosystem: Unifying concepts. J Willey & Sons. New York:13-53.
34. MSPAS (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social), INE (Instituto Nacional de Estadística), SEGEPLAN (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia). 2017. Encuesta nacional de salud materno infantil 2014-2015. Informe final. Guatemala. 708 pp.
35. Nosedá C, SJ Sarandón, D Magda, N Girard, G González & R Gorriti (2011) Lógica y saberes campesinos en dos localidades ubicadas en la zona Norte del Alto Paraná, Misiones, Argentina: aportes para la producción agroecológica. *Cadernos de Agroecología* 6, (2): 5pp.
36. OPM (Oficina Municipal de Planificación) 2012. Municipio de San Juan Ostuncalco. Quetzaltenango, Guatemala.
37. Ostrom, E., 2009, “A general framework for analyzing sustainability of social-ecological systems”, *Science* 325, 419–422
38. Pearse, D. W., y Turner, R. K. 1990. *Economics of Natural Resources and the Environment*. John Hopkins University Press, Londres.

39. Prabhu, R., C. J. P. Colfer, y R. G. Dudley. 1999. Guidelines for Developing, Testing and Selecting Criteria and Indicators for Sustainable Forest Management: A C&I Developer's Reference. C&I Toolbox Series Center for International Forestry Research, Jakarta. www.cifor.cgiar.org
40. Reijntjes, C., B. Haverkort y A. Waters-Bayer. 1992. Farming for the Future: An Introduction to Low-external Input and Sustainable Agriculture. Londres: ILEIA –MacMillan.
41. Sarandón SJ (2009) Biodiversidad, agrobiodiversidad y agricultura sustentable: Análisis del Convenio sobre Diversidad Biológica. En Vertientes del pensamiento agroecológico: fundamentos y aplicaciones, Tomas León Siccard, Miguel A Altieri (Eds.), IDEAS 21, Sociedad Científica Latinoamérica de Agroecología (SOCLA), Universidad Nacional de Colombia, Opciones Graficas Editores, Bogotá, DC , Colombia, 4: 105-130.
42. Sarandón, S. J., Flores, C. C. 2014. Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables - La Plata: Universidad Nacional de La Plata.
43. SEGEPLAN. Plan de desarrollo municipal, Santa María Chiquimula, Totonicapán. Guatemala, mayo 2011.
44. SEGEPLAN (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia). 2010. Plan de Desarrollo Municipal (PDM). Todos Santos Cuchumatán, Huehuetenango.
45. Simmons, CH. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Editorial José de Pineda Ibarra. Guatemala.
46. Ten Brink, B. J. E., S. H. Hosper, y F. Colin. 1991. "A Quantitative Method for Description and Assessment of Ecosystems: the amoeba-Approach". Marine Pollution Bulletin, 23: 265-270.
47. UNEP/CDB/COP/5 (2000) The Biodiversity Agenda. Decisiones adoptadas por la conferencia de las partes en el convenio sobre la diversidad biológica en su quinta reunión. Apéndice. Nairobi
48. Vicente L & SJ Sarandón (2013) Conocimiento y valoración de la vegetación espontánea por agricultores hortícolas de la plata. Su importancia para la conservación de la agrobiodiversidad. Rev. Bras. de Agroecología. 8 (3): 57-71

VII. ANEXOS

Anexo 1. Modelo de boleta de encuesta

Por favor leer esto al productor(a)

Buen día, mi nombre es _____. Lo visito porque estamos realizando un estudio para conocer a las familias que cultivan las milpas en esta región como parte del proyecto Buena Milpa. Para esto nos gustaría hacerle unas preguntas sobre su familia, sus terrenos, sus cultivos y sus animales que tomará más o menos una hora y media. Esta información nos servirá para conocer los retos de la agricultura familiar en esta región y así orientar mejor las actividades del proyecto que busca mejorar la milpa.

En base al Decreto Ley 3-85, Artículo 25 de la Ley Orgánica del Instituto Nacional de Estadística (INE), toda la información que proporcione es CONFIDENCIAL. Su participación es voluntaria. Su nombre no aparecerá públicamente en ningún documento. Estos datos serán usados sólo para fines de investigación, lo que no tendrá ningún efecto en posibles subsidios.

¿Tiene alguna pregunta acerca de la encuesta?

¿Le gustaría participar en esta encuesta? [Si , No]

1. General

(a) INFORMACION PERSONAL					
(a1) Fecha	(a2) Nombre del encuestador	(a3) Departamento	(a4) Municipio	(a5) Aldea o caserío	
(a6)Nombre del encuestado			(a7)Coordenada N	(a8)Coordenada W	(a9)Altitud

Información hogar 2015. (a10) Tipo de hogar* [] *

1 = hombre cabeza hogar con pareja; 2 = hombre cabeza hogar sin pareja; 3 = mujer cabeza hogar sin pareja; 4 = mujer cabeza hogar, pero esposo fuera toma las decisiones hogar; 5 = mujer cabeza hogar, esposo fuera, pero ella toma las decisiones hogar; 6 = niño (< 16 años) cabeza hogar

(a3) Departamento		(a4) Municipio			
Codigo	Nivel	Codigo	Nivel	Codigo	Nivel
8	Totonicapán	1406	Chichicastenango	1406 01	Panimache I
9	Quetzaltenango	1315	Todos Santos	1315 01	Villa Alicia
13	Huehuetenango			1315 02	Twipat
14	Quiche	0805	Momostenango	0805 01	Chinimabé
		0806	Santa María Chiquimula	0806 01	Chuasiguan
		0909	San Juan Ostuncalco	0909 01	Varsovia

Nos gustaría saber la composición de la familia y a que se dedican

(b) INFORMACION DE LOS MIEMBROS DE FAMILIA

(b1) ¿Cuántas personas viven en este hogar?						
(b2) Nombre (en la primera fila va el nombre del entrevistado)	(b3) Sexo 1.-Mujer 2. Hombre	(b4) Edad	(b5) Escolaridad	(b6) ¿Realiza actividades agrícolas, pecuarias o forestales dentro de sus terrenos? 1 si, 2 No	(b7) ¿Realiza actividades agrícolas, pecuarias o forestales como jornalero empleándose para otras personas fuera del hogar? 1 si, 2 No	(b8) Realiza actividades no agrícolas como trabajador 1 si, 2 No
Otros miembros del hogar: _____	No. Mujer: _____ No. Hombre: _____			No. Realiza: _____	No. Realiza: _____	No. Realiza: _____
(b10) Idioma que se habla en el hogar						
(b11) Grupo étnico al que pertenece						

(b6) Escolaridad		(b10) Idioma		(b11) Grupo étnico	
Codigo	Nivel	Codigo	Idioma	Codigo	Grupo étnico
1	Ninguno	01	K'iche'	01	K'iche'
2	Primaria	02	Kaqkchikel	02	Kaqkchikel
3	Secundaria	08	Mam	08	Mam
4	Universitario o superior	28	Español	28	Ladino
5	Tecnico o vocacional				
6	Alfabetizacion de adultos				
7	Religiosa				
8	NS/NR				

Nos gustaría saber sobre sus terrenos y lo que producen ahí

Tierra y uso del suelo.

(c) DATOS DE UNIDAD DE SUPERFICIE AGRÍCOLA	
PREGUNTAS	
(c1) ¿Cuántos terrenos tienen para la actividad agrícola? (d1)	
(c2) ¿Cuántas áreas tiene para sus animales (actividad pecuaria)?	
(c3) ¿Cuántos terrenos tienen para la actividad forestal, agroforestal* y silvo pastoril**?	
(c4) ¿Cuántos terrenos tienen para la actividad de traspaso sin contemplar la superficie que ocupa la casa?	
(c5) ¿Cuántos terrenos tienen en descanso?	
(c6) ¿Cuántas varas tiene su cuerda? (CODIGO CERRADO)	

Nota: *Agroforestal: terreno en donde se cultivan plantas anuales como el maíz y árboles productivos de manera intercalada

**Silvopastoril: terreno en donde pastorea el ganado y que tiene árboles productivos

Tamaño de cuerda por varas	Varas cuadradas	Cuerdas por manzana
16x16	256	39
20x20	400	25
25x25	625	16
30x30	900	11
32x32	1024	10
40x40	1600	6
50x50	2500	4

Nos gustaría saber las actividades agrícolas que realiza en sus terrenos

2. Agricultura

(d) CARACTERÍSTICAS DE LOS TERRENOS AGRÍCOLAS						
(d1) ¿Cuántos terrenos tiene en total?						Número total (debe coincidir con C1):
(d2) Terrenos Agrícolas (sólo agrícola)	(d3n) ¿Cuántas cuerdas tiene su terreno?	(d4) ¿Qué tipo de tenencia?	(d5) ¿Cuánto tiempo tarda para llegar a este terreno saliendo de la casa?	(d6) ¿Qué tipo de Topografía tiene?	(d7) ¿Su terreno es de temporal, riego o ambas	(d8) ¿Cuáles son los cultivos principales que se han producido durante el último año? (en caso de maíz y otros cultivos en el mismo terreno pasar a la tabla milpa)
1						
2						
3						

(e2) Cultivos				(e3) Encargado del cultivo		(e6), (e8), (e9) Porcentaje		(e10) Lo vende a o en	
Código	Cultivos	Código	Cultivos	Código	Decisión	Código	Porcentaje	Código	Venta
1	Maíz	14	Árboles forestales	1	El hombre cabeza de hogar	1	Todo 100%	1	En su terreno o su casa
2	Frijol	15	Pastos y forrajes	2	La mujer cabeza/esposa	2	Más de la mitad 75%	2	Mercado de la comunidad
3	Ayote y chilacayote		3	La pareja	3	La mitad 50%	3	Mercado municipal	
4	Miltomate	16	Maní	3	La pareja	4	La mitad 50%	4	Intermediario/coyote
5	Hierbas alimenticias	17	Café	4	Los hombres de la casa	5	Menos de la mitad 25%	5	A una cooperativa/organización
6	Haba	18	Cebada	4	Los hombres de la casa		Nada	6	Otros: Especifique
7	Arveja	19	Otros especifique	5	Las mujeres de la casa				
8	Papa			6	Otros adultos del hogar (abuelo)				
9	Trigo			6	Otros adultos del hogar				
10	Avena			7	Todos en el hogar				
11	Hortalizas exportación			8	Otros ajenos al hogar				
12	Hortalizas mercado local								
13	Árboles Frutales								

Nos gustaría saber sus prácticas agrícolas en la Milpa

(f) CARACTERISTICAS DE LA MILPA						
(f1) ¿Qué otros cultivos siembran con el maíz en la milpa?				Numero:		
(f2) ¿Cuáles son estos cultivos?	(f3) ¿Cuántas semillas siembra por postura?	(f4) ¿A qué distancia siembra cada mata?	(f5) ¿A qué distancia siembra cada surco?	(f6) ¿Siembra este cultivo en todo el terreno o en qué tanta superficie?	(f7) ¿Siembra una variedad particular cuando lo combina? Nombre	(f8) ¿Cómo lo siembra? (código)
Maíz						
(f9) ¿Rota la milpa con otro cultivo? 1. Si, 2. No						

(f2) Cultivos				(f6) Todo terreno o parte de superficie		Dibujo milpa
Código	Cultivos	Código	Cultivos	Código	Venta	
1	Maíz	14	Árboles	1	Todo 100%	
2	Frijol	15	forestales	2	Más de la mitad 75%	
3	Ayote y	16	Pastos y	3	La mitad 50%	
4	chilacayote		forrajés	4	Menos de la mitad 25%	
5	Miltomate		Maní	(f8) Superficie		
6	Hierbas		17	Café	Código	Superficie
7	alimenticias		18	Cebada	1	Asociado (plantas en el mismo golpe)
8	Haba		19	Otros	2	Intercalado (plantas por mata)
9	Arveja		especifique	3	Relevo	
10	Papa		_____	4	Aparecen solos (perennes)	
11	Trigo			5	Monocultivo	
12	Avena			6	Otros	
13	Hortalizas exportación				_____	
	Hortalizas mercado local					
	Árboles					
	Frutales					

(g) MANEJO AGRONÓMICO DEL MAÍZ								
(g1) Práctica y ¿Cómo la realiza?			(g2) En qué mes o meses realiza esta actividad	(g3) ¿Cuántas personas necesita para realizar la actividad?	(g4) De esos ¿cuántos jornales son pagados?	(g5) ¿Quién en el hogar la lleva acabo?	(g6) ¿A quién le compra el producto?	(g7) ¿Cuánto gasta en este producto en quetzales?
Práctica	Forma	Número de veces			Jornales			
Preparación								
Tratamiento								
Siembra								
Resiembra								
Fertilización								
Malezas								
Plaga/enfer								
Cosecha								
Selección								
(g8) Total de prácticas de manejo agronómico que realiza								

(k2) Tipo de animal		(k4) Tipo de producto		(k6) Forma de uso del estiércol		(k10) Cuidado	
Código	Animal	Código	Animal	Código	Animal	Código	Cuidado
1	Vaca	1	Leche	1	Fresca	1	El hombre cabeza de hogar
2	Cerdo	2	Queso	2	Compostera	2	La mujer cabeza/esposa
3	Cabra	3	Crema	3	Lombricompost	3	La pareja
4	Ovejas	4	Huevo	4	Bokashi	4	Los hombres de la casa
5	Pollo	5	Carne	5	Otro: Especificar _____	5	Las mujeres de la casa
6	Chompipes	6	Lana			6	Otros adultos del hogar (abuelo)
7	Caballo	7	Mantequilla			7	Todos en el hogar
8	Patos	8	Otros especificar			8	Otros ajenos al hogar
9	Burro						
10	Otros especificar _____						

Nos gustaría saber más sobre su huerto familiar

(I) CARACTERISTICAS DE LAS ACTIVIDADES EN EL TRASPATIO		
(I1) ¿Qué tamaño tiene su traspatio sin considerar su casa? (metros/cuerdas)	Superficie:	
(I2) ¿Tiene árboles frutales tiene en su traspatio?	Si ___	No ___
(I3) ¿Tiene cultivos medicinales siembra en su traspatio?	Si ___	No ___
(I4) ¿Tiene plantas de condimento siembra en su traspatio?	Si ___	No ___
(I5) ¿Tiene hierbas comestibles siembra en su traspatio?	Si ___	No ___
(I6) ¿Siembra algún tipo de maíz en su traspatio?	Nombre:	

Nos gustaría saber los factores ambientales que afectan a su milpa

(m) FACTORES AMBIENTALES QUE AFECTAN LA MILPA			
(m1) ¿Qué fue lo que afectó su milpa?	(m2) En los últimos 5 años anteriores ¿Cuántas veces ha sucedido?	(m3) ¿Qué tanto ha afectado a la milpa?	(m4) ¿En qué meses sucede?
(m5) Total de factores que afectan a la milpa			

(m1) Factores ambientales:				(m3) Afecta a la milpa		(m4) Mes en el que sucede:			
Código	Factores	Código	Factores	Código	Cuanto afecta	Código	Mes	Código	Mes
1	Heladas	7	Deslizamientos de suelo	1	Nada (0%)	1	Enero	7	Julio
2	Granizo	8	Otros especifique	2	Un poco (25%)	2	Febrero	8	Agosto
3	Sequia			3	Lo suficiente para afectar la cosecha (50%)	3	Marzo	9	Septiembre
4	Vientos			4	Con perdida, pero cosechamos (75%),	4	Abril	10	Octubre
5	Inundaciones			5	Perdimos nuestros cultivos (100%)	5	Mayo	11	Noviembre
6	Lluvias intensas					6	Junio	12	Diciembre

Conservación de suelo o agua

(n) CONSERVACION DE SUELO O AGUA (si responde el d9)					
(n1) ¿Realiza prácticas de conservación de suelo y agua? (leer lista) 1. Si 2. No					
(n2) ¿Cuántos tipos de actividades para cuidar la tierra o suelo y agua realiza?					No total:
(n3) ¿Que prácticas de conservación del suelo y agua ha establecido	(n4) ¿En qué terrenos agrícolas con maíz la realiza (ver d2)?	(n5) ¿Desde qué año la realiza?	(n6) ¿De quién aprendió esta práctica?	(n7) ¿Usted pago o recibió un incentivo?	(n8) ¿Quién lleva a cabo esta actividad?

(n3) Prácticas de conservación de suelo y de agua				(n6) Aprendizaje de la practica		(n8) Encargado:	
Código	Suelo	Código	Agua	Código	Aprendió	Código	Participación y decisión
1	Curvas de nivel	10	Captación de agua (cosecha de lluvia)	1	Conocimiento ancestral	1	El hombre cabeza de hogar
2	Barreras vivas			2	Curso de organización (ONG)	2	La mujer cabeza/esposa
3	Barreras muertas	11	Saneamiento de nacimientos de agua	3	Curso de Gobierno	3	La pareja
4	Terrazas			4	Otra especifique	4	Los hombres de la casa
5	Cultivos de Cobertura	12	Reutilización de agua	(n7) Pago por la practica		5	Las mujeres de la casa
6	Abonos verdes	13	Pozos	Código	Gasto	6	Otros adultos del hogar
7	Labranza reducida	14	Zanjas de infiltración	1	Pago	7	(abuelo)
8	Labranza mínima	15	Otra especifique	2	Incentivo	8	Todos en el hogar
9	Dejar rastrojo			3	No pago		Otros ajenos al hogar

Nos gustaría saber más sobre el manejo pos cosecha de su maíz

(j) ACTIVIDADES POS COSECHA DEL GRANO MAIZ							
(j1) ¿Cuántas actividades pos-cosecha realiza?				Número total:			
(j2) Actividad ¿Realiza...? y ¿Como la realiza?			(j3) La practica la realiza cuando el maíz es para:	(j4) ¿Quién es responsable de esta actividad?		(j5) ¿Quién la apoya?	
Práctica	SI/NO	Forma		A cabo		Apoyo	
Dobla la planta							
Corte mazorca							
Selección de mazorca en terreno							
Secado							
Limpieza del lugar							
Tratamiento de grano							
Almacenamiento mazorca							
Almacenamiento de grano							
(j2) Actividades Pos Cosecha							
Actividades en el terreno		Tratamiento de mazorcas y semillas		Almacenamiento de grano		(j3) Las Practicas la realiza para	
Código	Actividad	Código	Lo realiza	Código	Lo realiza	Código	Es para :
1	Corta mazorca con doblador	1	Cenizas	1	Troje tradicional	1	Autoconsumo
2	Corta mazorcas sin doblador	2	Extractos y polvos vegetales	2	Costales	2	Venta
3	Otro especifique_____	3	Productos químicos	3	Cajón	3	Ambas
		4	Cal	4	Tonel		
		5	Otro especifique_____	5	Silo metálico		
				6	Bolsa hermética		
				7	Otro_____		
Secado		Almacenamiento de mazorcas					
Código	Lo realiza	Lo realiza					
1	Seca las mazorcas en el terreno	Troje tradicional					j4) Quien lo lleva acabo y (j5) apoyo El hombre cabeza de hogar La mujer cabeza/esposa La pareja Los hombres de la casa Las mujeres de la casa Otros adultos del hogar (abuelo) Todos en el hogar Otros ajenos al hogar
2	Seca las mazorcas con el doblador sobre el techo o patio	Tapanco					
3	Seca las mazorcas sin el doblador sobre el techo o patio	Costales					
4	Seca colgando las mazorcas en el corredor	Bolsas herméticas					
5	Seca guardando las mazorcas en el tapanco	Silo metálico					
6	Seca guardando las mazorcas en el tapanco Otro especifique_____	Otro especifique_____					
Limpieza del lugar donde guarda el maíz							
Código	Lo realiza						

Nos gustaría saber más sobre como generan su conocimiento agrícola

. Red de adquisición e intercambio de información y conocimiento

(o)RED DE ADQUISICION E INTERCAMBIO DE INFORMACION DE CONOCIMIENTOS							
(o1) ¿Con quién platica cotidianamente sobre la actividad agrícola? (milpa):		(o2) ¿De quién aprende o a quien consulta cuando tiene un problema en su actividad agrícola?		(o3) Si recibe asistencia técnica, ¿de quién la recibe?:		(o4) ¿Quién recibe la asistencia técnica?	
Código	Con quien	Código	Cultivos	Código	Cultivos	Código	Persona
1__	Su esposa y familia	1__	Su esposa y familia cercana	1__	Maga	1__	El hombre cabeza de hogar
2__	cercana	2__	Otro agricultor que tiene conocimiento	2__	Cooperativas		
3__	Su vecino o amigo	3__	ancestral	3__	Empresas privadas	2__	La mujer cabeza/espos
	Otro agricultor que tiene conocimiento o ancestral	4__	Su técnico o asesor de campo	4__	ONG	3__	a
4__		5__	Vendedor de insumos	5__	Instituciones Internacionale	4__	La pareja
5__	Vendedor de insumos		Otros especifique	6__	s		Otros adultos del hogar
6__	Otros especifique		_____	7__	Iglesias	5__	(abuelo)
	_____		-	8__	Persona Individual	6__	Todos en el hogar
	_____			9__	Otra del gobierno, especifique		Otros ajenos al hogar especifique

5. Recibe algún apoyo de alguna institución: Si _____ No _____ (ir a la sección 8)

(o5) Proyecto con:	Si
Ministerio de Agricultura y Ganadería (Maga)	
ASOCHUH	
Save the Children Paisano	
AgExport (Cadena de valor)	
Catholic Relief Services (CSR) Segamil	
FAO	
CEDRO	
SERJUS	
ACODIHUE	
The Nature Conservancy (TNC)	
Nexos locales	
Cuerpo de Paz	
(o6)Total de apoyos	

Nos gustaría saber más sobre la situación de su alimentación v ciertos cambios

Status alimentario mensual en el 2014

(p) Status alimentario mensual en el 2017												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
(p1) Durante 2017 su alimentación fue suficiente si (1) o no (2)												
(p2) Promedio número comidas al día familia (número)												
(p3) Recibió ayuda alimentaria? (1=si, 2=no)												
(p4) Numero de meses con suficiente alimento												
(p)¿Qué tanto y cómo cree que- ha cambiado en los últimos 5 años?												
Cambios en:		Nivel		Cambios en:		Nivel						
(p6) La cantidad de comida que produce para su consumo				(p9) El ingreso que recibe en el hogar								
(p7) El dinero que gasta en insumos (fertilizante, semilla, labor)				(p10) Los meses de sequía (incluyendo canícula)								
(p8) El dinero que gasta en el hogar (comida, salud, etc.)				(p11) Las lluvias fuertes (eventos/frecuencia)								
Código	Que tan suficiente											
1	Aumento											
2	Sigue igual											
3	Disminuyo											

Finalmente nos gustaría saber sobre su circunstancia social y sus expectativas futuras

6. Expectativas futuras

(q1) Dentro de su comunidad hay gente que tiene mucha influencia (9) en las decisiones y otras que no tienen tanto (1). ¿Qué tanta influencia tiene usted dentro de su comunidad?



(q)¿Cree que usted?:			
	SI	No	No se
(q3) Puede efectuar cambios en la situación de la alimentación de su familia si lo desea			
(q4) Puede efectuar cambios en cómo mejorar la milpa <u>si</u> lo desea			
(q5) Puede disminuir la compra del <u>maíz y del frijol</u> que necesita para su consumo si lo desea			

(q7) Me gustaría concluir esta encuesta pidiéndole que piense acerca de su futuro. ¿Qué mejoras importantes le gustaría ver en la milpa para el beneficio de sus futuras generaciones, es decir hijas, sus hijos y sus nietos?

(q7) Me gustaría concluir esta encuesta pidiéndole que piense acerca de su futuro. ¿Qué mejoras importantes le gustaría ver en su comunidad para las futuras generaciones, es decir hijas, sus hijos y sus nietos?

Fuente: López Santiago, 2015.

Anexo 2. Fórmula para la estandarización de datos

$$S = \left(\frac{\text{Promedio} - \text{Valor mínimo}}{\text{Valor máximo} - \text{Valor mínimo}} \right) * 100$$

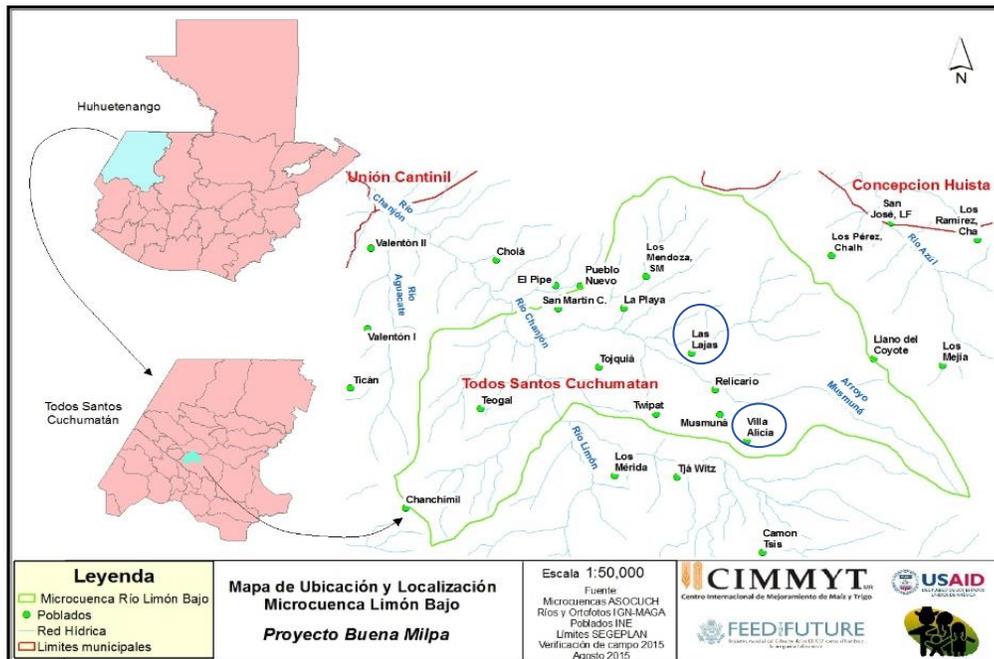


Figura 6. Mapa de ubicación departamental y municipal de las comunidades estudiadas.

Fuente: Asociación de Organizaciones de los Cuchumatanes -ASOCUCH-, 2018.

Cuadro 27: Características de la población del Caserío Villa Alicia y Las Lajas

Comunidades	Viviendas	Total	Hombres	Mujeres	0-19 años	20-49 años	50 ó + años
Villa Alicia	52	276	131	145	168	76	32
Las Lajas	36	212	96	116	117	64	31

Fuente: Alonzo *et al.*, 2018 con datos del Instituto Nacional de Estadística (INE) y el Centro de Atención Permanente (CAP), Todos Santos Cuchumatán, Huehuetenango, 2015.

Cuadro 28. Escala establecida para el cálculo de equidad

Número de Hombres	Número de Mujeres	Porcentaje de equidad
100 hombres	0 mujeres	0 %
90 hombres	10 mujeres	20 %
80 hombres	20 mujeres	40 %
70 hombres	30 mujeres	60 %
60 hombres	40 mujeres	80 %
50 hombres	50 mujeres	100 %

Fuente: Investigación 2018.

Cuadro 29. Catálogo de prácticas de conservación de suelo.

No.	Práctica
1	Curvas de nivel
2	Barreras vivas
3	Barreras muertas
4	Terrazas
5	Cultivos de cobertura
6	Abonos verdes
7	Labranza reducida
8	Labranza mínima
9	Dejar rastrojo

Fuente: Investigación 2018.

Cuadro 30. Características de los informantes

	Código productor	Sexo	Escolaridad	Comunidad	Etnia
AGROECOSISTEMA DE REFERENCIA	ER081	Masculino	Primaria	Villa Alicia	Mam
	ER082	Masculino	Ninguno	Villa Alicia	Ladino
	ER083	Femenino	Primaria	Villa Alicia	Mam
	ER084	Femenino	Ninguno	Villa Alicia	Mam
	ER085	Femenino	Ninguno	Villa Alicia	Mam
	ER086	Masculino	Primaria	Las Lajas	Ladino
	ER087	Masculino	Ninguno	Las Lajas	Ladino
	ER088	Femenino	Primaria	Las Lajas	Ladino
	ER089	Femenino	Primaria	Las Lajas	Ladino
	ER090	Masculino	Primaria	Las Lajas	Ladino
AGROECOSISTEMA ALTERNATIVO	ER091	Femenino	Alfabetización	Villa Alicia	Mam
	ER092	Femenino	Ninguno	Villa Alicia	Mam
	ER093	Femenino	Ninguno	Villa Alicia	Mam
	ER094	Femenino	Ninguno	Villa Alicia	Mam
	ER095	Femenino	Ninguno	Villa Alicia	Mam
	ER096	Masculino	Primaria	Las Lajas	Ladino
	ER097	Masculino	Ninguno	Las Lajas	Ladino
	ER098	Masculino	Ninguno	Las Lajas	Ladino
	ER099	Femenino	Primaria	Las Lajas	Ladino
	ER100	Femenino	Alfabetización	Las Lajas	Ladino

Fuente: Investigación 2018.

VIII. CRONOGRAMA GENERAL

Cuadro 31. Cronograma general de la investigación

No. Orden	Descripción de actividades	Cronograma de actividades para efectuar la investigación																								
		Meses																								
		Mayo			Junio			Julio			Agosto			Septiembre			Octubre									
1	Selección de la muestra de agricultores	■	■																							
2	Caracterización de los agroecosistemas			■	■	■	■																			
3	Elaboración de las encuestas					■	■	■																		
4	Identificación de puntos críticos						■	■																		
5	Selección de indicadores estratégicos							■	■	■																
6	Medición de indicadores								■	■	■	■	■	■												
7	Monitoreo de indicadores												■	■	■											
8	Sistematización e integración de resultados														■	■	■	■	■							
9	Presentación de resultados																								■	■

Fuente: Investigación 2018.

IX. PRESUPUESTO GENERAL

Cuadro 32. Presupuesto general de la investigación

Presupuesto de la investigación					
Categoría	Descripción	Cantidad	Unidad de Medida	Precio Unitario (Q)	Precio Subtotal (Q)
Materiales y equipo	Lapiceros	15	Unidad	1.50	22.5
	Marcadores	15	Unidad	6	90
	Computadora (depreciación)	500	Hora	0.19	95
	Cámara fotográfica (depreciación)	200	Hora	0.10	20
	Papelógrafos	2	Docena	15	30
	Masking Tape (Cinta Adhesiva)	2	Unidades	8	16
	Papel Tamaño Carta 180 gr	2	Resma	35	70
	Folders tamaño carta	1	Docena	18	18
	Impresiones	1,000	Unidad	0.50	500
	Internet	5	Mes	200	1,000
	Fotocopias	300	Unidad	0.25	75
Material de campo	Azadón	150	Hora	0.003	0.45
	Machete	150	Hora	0.00134	0.20
	Cinta métrica	150	Hora	0.00134	0.20
	Navaja	150	Hora	0.011	1.65
	Pita plástica	10	Unidad	6	60
	Pala	150	Hora	0.003	0.45
Viáticos	Transporte	5	meses	1,000	5,000
	Alimentación	5	meses	2,000	10,000
	Hospedaje	5	meses	500	2,500
Gastos varios	Para inversiones no establecidas en el presupuesto.				2,000
Total: Q.21,499.45					

Fuente: Investigación 2018

