

Título: Evaluación de la adopción y sostenibilidad de los sistemas de producción (*Zea mays* y *Phaseolus vulgaris*) con prácticas de Agua y Suelo para la Agricultura, municipio de San Simón, departamento de Morazán, El Salvador.

RESUMEN

La investigación se realizó con una muestra de 42 agricultores beneficiarios del programa Agua y Suelo para la Agricultura (ASA) ejecutado por ACUGOLFO (Asociación de cuencas del Golfo de Fonseca) financiado por CRS (Catholic Relief Services) en el periodo comprendido del año 2020 al 2021. Los cuales estaban distribuidos en los cantones San Francisco y El Cerro del municipio de San Simón, departamento de Morazán, El Salvador. El estudio tuvo el propósito evaluar la adopción mediante las herramientas de los índices de aceptabilidad/adopción y la sostenibilidad de los sistemas productivos de maíz y frijol (*Zea mays* y *Phaseolus vulgaris*) con prácticas de suelo y agua haciendo uso de la metodología del “Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales incorporando Indicadores de Sostenibilidad” (MESMIS).

Para los indicadores económicos evaluados en el estudio demostró que se reflejan incrementos en los indicadores de rendimientos productivos por medio del beneficio marginal y rentabilidad proveniente de la intervención del programa ASA mediante el diseño estadístico de parcelas apareadas, demostró que los sistemas de producción con prácticas de conservación de suelo y agua fomentadas con el programa ASA son más rentables en el ámbito económico en comparación del sistema de producción con manejo tradicional (status quo) mediante la metodología de presupuesto parcial.

Las tecnologías promovidas por el programa que fueron más aceptadas y adoptadas mediante el uso de las herramientas de los índices de aceptabilidad/adopción aplicando la metodología de estudio de adopción de tecnologías de Manejo Sostenible de Suelos y Agua del Programa de Agricultura Sostenible en Laderas de América Central PASOLAC (MSSA) con un índice de aceptación y adopción en un rango del 70%-100% fueron principalmente 5 prácticas ASA que son la no quema, gestión de los residuos de la cosecha, labranza de conservación, arreglos espaciales, gestión integrada de la fertilidad del suelo todas ellas prácticas catalogadas como prácticas agronómicas para la conservación de suelos y la gestión de agua, sin embargo entre las debilidades del sistema se comprobó que la tenencia de la tierra y el no uso de los recursos de la finca es un factor limitante para la adopción. Según los resultados de la evaluación MESMIS los cuatro sistemas de producción evaluados con el Índice General de Sostenibilidad (IGS) demostraron que los sistemas de producción con prácticas de conservación de suelo y agua fomentadas por el Proyecto ASA son más sostenibles en los ámbitos social, económico y ambiental comparados al sistema tradicional con datos para la comunidad El Cerro 6.2 (IGS) en comparativo con el 4.6 (IGS) del sistema tradicional para la comunidad San Francisco 5.5 (IGS) en comparativo con el 4.4 (IGS) del sistema tradicional, los sistemas de producción mejores evaluados fueron de los agricultores de la comunidad El Cerro presentan un nivel de sostenibilidad (>0.6) por su alto grado de organización, y adopción de las prácticas ASA.

Palabras claves: Sostenibilidad, aceptación, adopción, adaptación tecnológica, resiliencia, bienestar social, economía familiar, ecosistemas, suelo y agua.

Title: Evaluation of the adoption and sustainability of production systems (*Zea mays* and *Phaseolus vulgaris*) with Water and Soil practices for Agriculture, municipality of San Simon, department of Morazán, El Salvador.

Authors. Ayala González, J. J. 2021. Thesis Mag. Sc. University of El Salvador, Faculty of Agronomic Sciences. El Salvador University. San Salvador, S.V.

SUMMARY

The research was carried out with a sample of 42 beneficiary farmers of the Water and Soil for Agriculture (ASA) program executed by ACUGOLFO (Gulf of Fonseca Basin Association) financed by CRS (Catholic Relief Services) in the period from 2020 to 2020. 2021. Which were distributed in the cantons of San Francisco and El Cerro in the municipality of San Simon, department of Morazán, El Salvador. The purpose of the study was to evaluate the adoption through the tools of the acceptability/adoption indices and the sustainability of the corn and bean production systems with soil and water practices using the methodology of the "Framework for the Evaluation of Management Systems of Natural Resources incorporating Sustainability Indicators" (MESMIS).

For the economic indicators evaluated in the study, it was shown that increases in the indicators of productive yields are reflected through the marginal benefit and profitability derived from the intervention of the ASA program through the methodology of paired plots, it showed that the production systems with practices of soil and water conservation promoted with the ASA program are more profitable in the economic sphere compared to the production system with traditional management (status quo) through the partial budget methodology.

The technologies promoted by the program that were most accepted and adopted through the use of the acceptability/adoption indices tool applying the study methodology for the adoption of Sustainable Soil and Water Management technologies of the Program for Sustainable Agriculture on Hillsides in America Central PASOLAC (MSSA) with an acceptance and adoption index in a range of 70%-100% were mainly 5 ASA practices that are no burning, management of crop residues, conservation tillage, spatial arrangements, integrated management of soil fertility, all of them practices cataloged as agronomic practices for soil conservation and water management, however, among the weaknesses of the system, it was found that land ownership and non-use of farm resources is a factor limitation for adoption. According to the results of the MESMIS evaluation, the four production systems evaluated with the General Sustainability Index (IGS) showed that the production systems with soil and water conservation practices promoted by the ASA Project are more sustainable in the social, economic and environmental compared to the traditional system with data for the El Cerro community 6.2 (IGS) compared to 4.6 (IGS) of the traditional system for the San Francisco community 5.5 (IGS) compared to 4.4 (IGS) of the traditional system, the best evaluated production systems belonged to the farmers of the El Cerro community, presenting a level of sustainability (>0.6) due to their high degree of organization and adoption of ASA practices.

Keywords: Sustainability, acceptance, adoption, technological adaptation, resilience, social welfare, family economy, ecosystems, soil and water.

1 INTRODUCCIÓN

El Programa ASA financiado por CRS se enfoca en la revitalización de la agricultura de secano para pequeños productores basado en un abordaje de manejo de suelos y agua “water-smart agriculture”, con el objetivo de mejorar la seguridad alimentaria e hídrica de una masa crítica de productores, incrementando la productividad agrícola, mejorando la gestión de los recursos del agua y el suelo, y aumentando la resiliencia ambiental y económica de los agricultores; el programa ASA involucra las prácticas de conservación de suelo y agua (no quema del suelo, gestión de los residuos de los cultivos, labranza de conservación, arreglos especiales, la gestión integrada de fertilidad del suelo, siembra de cultivos de cobertura, siembra de cultivos en asocio, agroforestería, rotación de cultivos) (CRS *et al*, 2015).

CRS trabaja con socios locales y en la zona oriental de El Salvador el Programa ASA está siendo ejecutado ACUGOLFOLFO desde 2015 al 2020. El estudio consistió en evaluar la adopción y resiliencia de las prácticas ASA en los sistemas productivos maíz (*Zea mays*) y frijol (*Phaseolus vulgaris*) de los cantones San Francisco y El Cerro del municipio de San Simón departamento de Morazán, El Salvador, La investigación se realizó en el periodo comprendido del año 2020 al 2021 con una muestra de 42 productores beneficiarios del programa.

A través del estudio se realizó la caracterización socioeconómica y ambiental a las familias y las fincas que implementan prácticas ASA, se realizó la comparación de la producción del sistema maíz (*Zea mays*) y frijol (*Phaseolus vulgaris*) con prácticas ASA y el manejo tradicional a través del análisis beneficio-costos, presupuesto parcial y tasa de retorno marginal, se analizó el proceso de adopción de las prácticas ASA aplicado a los sistemas productivos maíz y frijol de los agricultores mediante las herramientas de los índices de aceptabilidad/adopción aplicando la metodología de estudio de adopción de tecnologías de Manejo Sostenible de Suelos y Agua (MSSA), además como parte de su proceso de transición hacia una agricultura sostenible se identificó los factores que limitan en la decisión de adopción de las prácticas.

Para evaluar los indicadores de sostenibilidad en los sistemas de producción de los productores que han implementado las prácticas ASA se utilizó la Metodología del Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales incorporando Indicadores de Sostenibilidad” (MESMIS) por medio de cinco atributos (1. Productividad, 2. Estabilidad, 3. Resiliencia y confiabilidad, Adaptabilidad, 4. Equidad, 5. Autodependencia) con 25 indicadores de sostenibilidad. (Mäser *et al*, 1999, Mäser, & López-Ridaura, 2005).

2 MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó del mes de octubre del 2020 hasta el mes de mayo del 2021, en los cantones San Francisco y El Cerro en el municipio de San Simón, departamento de Morazán. El municipio de San Simón se encuentra entre las coordenadas geográficas 13° 50' 0" N, 88° 14' 0" W, Altitud de 530 m.s.n.m.

Debido a que la población total del universo de beneficiarios del municipio de San Simón son 47 productores para determinar el tamaño de la muestra se utilizó la fórmula que se aplica para determinar una proporción poblacional cuando se conoce el tamaño de la población finita (Aguilar, 2005; Pita, 1996).

$$n = \frac{(Z^2) (P) (Q) (N)}{(N-1) (E^2) + (Z^2) (P) (Q)}$$

Dónde: E = error muestral máximo permisible en la investigación, Z = valor crítico correspondiente a un determinado grado de confianza, P = proporción poblacional de ocurrencia de algo, Q = proporción de la población de referencia que no presenta el fenómeno en estudio (1-P), N = tamaño de la población.

Se realizó la investigación con 42 agricultores beneficiarios del programa ASA ejecutado por ACUGOLFO financiado por CRS en el periodo comprendido del año 2020 al 2021. Los cuales están distribuidos en los cantones San Francisco y El Cerro del municipio de San Simón, departamento de Morazán, El Salvador. Todos los productores tienen 5 años de estar implementado el programa ASA para su aceptación/adopción se utilizó como metodología de transferencia de tecnologías de la parcela demostrativa en un área de 400 m² (testigo con el manejo tradicional de la zona y parcela ASA con prácticas de conservación de suelo y agua).

2.1 Proceso metodológico.

Paso 1: Se realizó la caracterización socioeconómica y ambiental a las familias con un total de 42 entrevistas a los productores por medio de una encuesta estructurada, que incluyó los ámbitos social, económico y ambiental (edad, analfabetismo, tenencia de la tierra, tamaño de la propiedad, vías de acceso, servicios básicos, educación, tipo de vivienda, gasto familiar, medios de vida, rendimientos producción agrícola, producción pecuaria, autoconsumo y comercialización, ingreso, costo, rentabilidad, conservación de suelo, bosque y fauna). Se visitaron 42 fincas de los agricultores para caracterizar los sistemas de producción por medio de una encuesta a los productores participantes del programa que incluyeron las siguientes variables (biodiversidad productiva, especies forestales, especies frutales, especies agrícolas, animales domésticos, producción agrícola y pecuaria, tamaño de la unidad productiva, escolaridad).

Paso 2: Para comparar la producción del sistema maíz (*Zea mays*) y frijol (*Phaseolus vulgaris*) con prácticas ASA y el manejo tradicional a través del análisis beneficio-costo, presupuesto parcial acompañado del análisis marginal según la metodología del CIMMYT (1988) para demostrar el impacto de un cambio de tecnología sobre los costos e ingresos de los productores para lo cual se compararon los resultados obtenidos por 30 productores (18 productores de maíz, 12 productores de frijol) en base de registro de línea base de cosecha del año 2016 y al finalizar la intervención del programa en el año 2020.

Paso 3: Se aplicó la metodología del estudio de adopción de tecnologías de manejo sostenible de suelos y agua (MSSA), mediante el uso de dos índices para la evaluación campesina de la tecnología: el Índice de Aceptabilidad / Índice de adopción. PASOLAC (2006).

Paso 4: Para evaluar los indicadores de sostenibilidad en los sistemas de producción de los productores que han implementado las prácticas ASA se aplicó la Metodología del Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales incorporando Indicadores de Sostenibilidad” (MESMIS). Utilizándose cinco atributos (1. Productividad, 2. Estabilidad, 3. Resiliencia y confiabilidad, Adaptabilidad, 4. Equidad, 5. Autodependencia) y 25 indicadores de sostenibilidad (Cuadro 1). (Masera et al, 1999; Lopez-Ridaura et al, 2002).

Cuadro 1. Indicadores de metodología de MESMI.

Indicadores económicos.	Indicadores ambientales.	Indicadores sociales.
1. Rendimiento de los cultivos.	7. Productividad del suelo.	18. Prácticas ancestrales.
2. Costos de producción	8. Agrobiodiversidad.	19. Disponibilidad de mano de obra.
3. Relación beneficio/costo	9. Control de plagas y enfermedades.	20. Genero.
4. Comercialización.	10. Control de malezas o arvenses.	21. Participación en capacitaciones.
5. Dependencia de entradas al sistema.	11. Porcentaje de materia orgánica del suelo. (Oxido reducción).	22. Grado de organización, para la autogestión en la comunidad.

6. Dependencia de créditos .	12. Ph del suelo (Potenciométrico suelo: agua 1: 2.5).	23. Seguridad alimentaria.
	13. Número de árboles/parcela.	24. Soberanía alimentaria.
	14. Especies de animales domésticos.	25. Grado de organización para la aplicación de las técnicas en la comunidad.
	15. % de cobertura del suelo.	
	16. Actividad biológica.	
	17. Prácticas de suelo y agua.	

Tabulación de datos y análisis de la información.

Para el procesamiento de la información se realizó por medio de la interfaz web KoBoToolbook y su aplicación Android KoBoCollect que permite crear bases de datos en Microsoft Excel, además se utilizó métodos de estadística descriptiva principalmente tablas de frecuencias, graficas. Para el análisis de la sostenibilidad se utilizó el diagrama tipo “ameba” para presentar el valor de los indicadores, de los sistemas de producción, agrupados en las dimensiones ecológica, económica y social. Finalmente, se graficó los IGS obtenidos y se procedió a hacer un análisis comparativo de los niveles de sostenibilidad.

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

3.1 Caracterización socioeconómica y ambiental de los productores participantes del programa ASA en el municipio San Simón, departamento Morazán, El Salvador.

Dentro de los aspectos demográficos más importantes de las características para las acciones de restauración y que limita la adopción de prácticas de conservación de suelo y agua es la tenencia de la tierra la cual no permite la adopción y empoderamiento de los sistemas productivos del total de productores entrevistados el 62 % son propietarios de sus parcelas 31 % son arrendatarios y un 7 % son copropietarios de sus terrenos con otros familiares.

Aspectos socioeconómicos con respecto a sus medios de vida los productores entrevistados el 76.19% se dedican únicamente actividades agropecuarias, 11.91% actividades remuneradas a través de salarios en el sector formal, 4.76 % oficio de albañilería y el 2.38% oficio de sastrería y un 4.76% actividades de carpintería. El Cerro para cultivo del maíz se siembra por parte de los entrevistados un área total de 13.75 ha y en cultivo del frijol se siembra un área de 8.46 ha, en el segundo caso en la comunidad San Francisco para el cultivo de maíz se siembran un total 19.03 ha y para el cultivo de frijol se tiene un área de 4.40 ha. En el ámbito ambiental la totalidad de productores entrevistados implementan por lo menos entre 1 a 3 prácticas de conservación de suelo y agua promovidas por el programa ASA, con un promedio de área por productor intervenido con la metodología del programa de 0.80 ha.

3.2 Caracterización socioeconómica y ambiental de los sistemas productivos de (*Zea mays* y *Phaseolus vulgaris*) en el municipio San Simón, departamento Morazán, El Salvador.

Dentro del programa ASA las fincas de los productores se han realizados cambios en los sistemas de producción encaminados a volver más eficientes los procesos de agricultura de conservación (mínima perturbación del suelo, reciclaje de nutrientes y aumento de la materia orgánica del suelo) el 88.10% de los productores han introducido nuevos cultivos en sus parcelas, la totalidad ha implementado entre 1 a 3 prácticas de conservación de suelo y agua y el 42.85% ha incorporado el componente del árbol en sus fincas.

3.3 Análisis económico de la producción del sistema maíz (*Zea mays*) y frijol (*Phaseolus vulgaris*) con prácticas de conservación de Suelo y Agua, con la agricultura convencional y prácticas tradicionales.

Para realizar el análisis económico de las prácticas promovidas por el Programa ASA en los dos sistemas de producción de cada comunidad, para lo cual se compararon los resultados obtenidos por 30 productores (18 productores de maíz, 12 productores de frijol) en base de registro de línea base de cosecha del año 2016 y al finalizar la intervención del programa en el año 2020.

Para realizar el análisis marginal el primer paso es elaborar el presupuesto parcial comparando los tratamientos con manejo tradicional de los productores de bajos costos con los tratamientos con las prácticas ASA (Innovación tecnológica) de mayor costo económico.

En el sistema de producción de maíz se muestra un incremento de los rendimientos derivado de la intervención del programa ASA, debido a ello se pasó de 1523.82 kg/ha mediante un manejo tradicional a 6653.45 kg/ en el cantón San Francisco en el sistema de producción maíz, El Cerro incremento en los rendimientos de 522.80 kg/ha con manejo tradicional alcanzado rendimientos de 1686.61 kg/ ha frijol con tecnología ASA (Cuadro 3).

Cuadro 3. Presupuesto Parcial comparativo de producción de maíz (*Zea mays*) y frijol (*Phaseolus vulgaris*) programa ASA municipio de San Simón.

Tratamientos.	Tradicional Maíz.	ASA Maíz.	Tradicional Frijol.	ASA Frijol.
Rendimiento (kg/ha).	1523.82	6653.45	522.80	1686.61
Precio de venta (\$/kg).	\$0.33	\$0.33	\$1.10	\$1.10
Ingreso Bruto (\$/ha).	\$502.86	\$2195.63	\$575.08	\$1855.27
Costos variables de los insumos (\$).				
a) Insumos. (\$/ha)	\$333.82	\$421.19	\$125.54	\$315.18
b) Mano de obra (\$/ha).	\$488.19	\$806.00	\$472.99	\$672.92
Total de Costos.	\$825.02	\$1227.19	\$598.63	\$995.74
Beneficios Netos.	(\$322.16)	\$968.44	(23.55)	\$859.53

Fuente: Elaboración propia con información de agricultores de la zona de estudio 2021.

El aumento marginal del beneficio en el sistema de producción maíz es de \$646.28 entre el aumento marginal de costo de \$402.17, refleja una relación de beneficio costo marginal de 160.69%. El cambio tecnológico es viable para el productor ya que permite incrementar los rendimientos productivos, con una relación beneficio costo de la nueva tecnología de 1.78. (Cuadro 4).

Cuadro 4. Cálculo del Presupuesto Parcial para B/C, Tasa de retorno marginal sistema de producción maíz (*Zea mays*).

NUEVA TECNOLOGIA.	
PRACTICAS ASA.	
1) Ingreso bruto.	\$2195.63
2) Costo variable.	\$1227.19
INGRESO NETO DE LA NUEVA TECNOLOGIA (A)	\$968.44
RELACIÓN BENEFICIO COSTO NUEVA TECNOLOGIA (1/2)	1.78
TESTIGO.	
3) Ingreso bruto	\$502.86
4) Costo variable	\$825.02
INGRESO NETO DE TESTIGO (B)	(\$322.16)
RELACIÓN BENEFICIO COSTO DEL TESTIGO (3/4)	0.60
CAMBIO EN INGRESO NETO (A-B)	646.28
TASA DE RETORNO MARGINAL ((A-B)/(2-4))*100	160.69%

Fuente: Elaboración propia con información de agricultores de la zona de estudio 2021.

El aumento marginal del beneficio en el sistema de producción frijol es de \$835.98 entre el aumento marginal de costo de \$397.11, refleja una relación de beneficio costo marginal de 234.0%. El cambio tecnológico es viable para el productor ya que permite incrementar los rendimientos productivos, aumentar los ingresos económicos con una relación beneficio costo de la nueva tecnología de 1.86. (Cuadro 5).

Cuadro 5. Cálculo del Presupuesto Parcial para B/C, Tasa de retorno marginal sistema de producción frijol (*Phaseolus vulgaris*).

NUEVA TECNOLOGIA.	
PRACTICAS ASA.	
1) Ingreso bruto.	\$1855.27
2) Costo variable.	\$995.74
INGRESO NETO DE LA NUEVA TECNOLOGIA (A)	\$859.53
RELACIÓN BENEFICIO COSTO NUEVA TECNOLOGIA (1/2)	1.86
TESTIGO.	
3) Ingreso bruto	\$575.08

4) Costo variable	\$598.63
INGRESO NETO DE TESTIGO (B)	(23.55)
RELACIÓN BENEFICIO COSTO DEL TESTIGO (3/4)	0.96
CAMBIO EN INGRESO NETO (A-B)	\$835.98
TASA DE RETORNO MARGINAL ((A-B) / (2-4)) *100	234.0 %

Fuente: Elaboración propia con información de agricultores de la zona de estudio 2021.

3.4 Estudio de adopción de las prácticas de conservación de Agua y Suelo en sistemas productivos maíz (*Zea mays*) y frijol (*Phaseolus vulgaris*) en el municipio San Simón, departamento de Morazán, El Salvador.

El estudio de adopción se llevó a cabo en dos comunidades El Cerro y San Francisco del municipio de San Simón con el objetivo de determinar el grado de adopción de prácticas de conservación de suelo y agua promovidas por el programa Agua y Suelo para la Agricultura, utilizándose la metodología del estudio de adopción de tecnologías de Manejo Sostenible de Suelos y Agua (MSSA), mediante el uso de dos índices el Índice de Aceptabilidad / Índice de adopción. PASOLAC (2006). También se realizaron comparaciones con los resultados obtenidos en la encuesta, a través de recorridos por cada finca de los productores, para el análisis se consideró la tipología de productores según la extensión de la finca agrupándolos en dos categorías productores de 0-1 mz (1), 1-3 mz (2) y dos comunidades cantón El Cerro y San Francisco.

El estudio refleja que el índice de adopción continuado en promedio para los productores categoría 1 de las comunidades El Cerro y San Francisco para las prácticas agronómicas como la no quema (100% y 100%), gestión de residuos de la cosecha (67% y 73%), labranza de conservación (67% y 73%), arreglos espaciales (100% y 86%), gestión integrada de la fertilidad del suelo (100 y 81%), para el caso de Agroforestería establecimiento de sistemas agroforestales de granos básicos SAF granos básicos se tienen valores medios de (60% y 49%), entre las que tienen rangos bajos de aceptación se tienen las prácticas vegetativas como cultivos en asocio (41% y 1 %), Cultivos de cobertura (0.4% y 2%) y rotación de cultivos (50% y 4 %). (Figura 1).

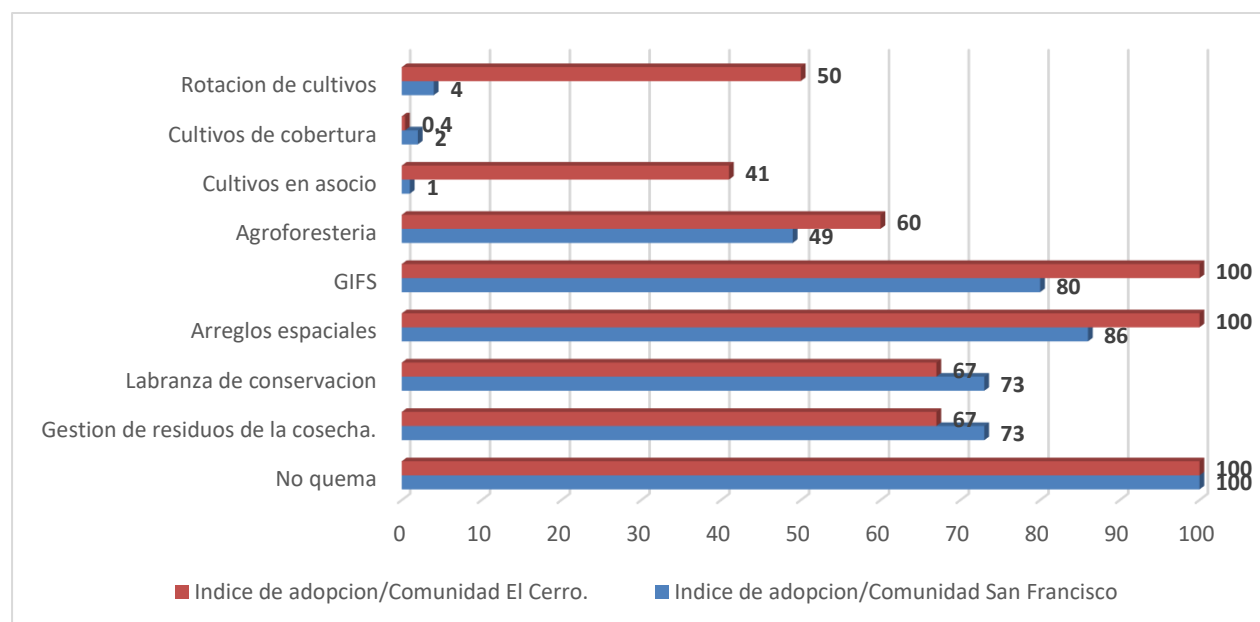


Figura 1. Análisis comparativo de las tecnologías adoptadas en la comunidad El Cerro y San Francisco del municipio de San Simón (0-1 mz).

El índice de adopción continuada en promedio para los productores categoría 2 de las comunidades El Cerro y San Francisco son las prácticas agronómicas son la no quema (100% y 100%), gestión de residuos de la cosecha (12% y 29%), labranza de conservación (12% y 29%), arreglos espaciales (91% y 99%), gestión integrada de la fertilidad del suelo (13% y 94%), cultivos en asocio (3% y 2%), cultivos de cobertura (0.0% y 3%), Agroforestería (12 y 26%). (Figura 2).

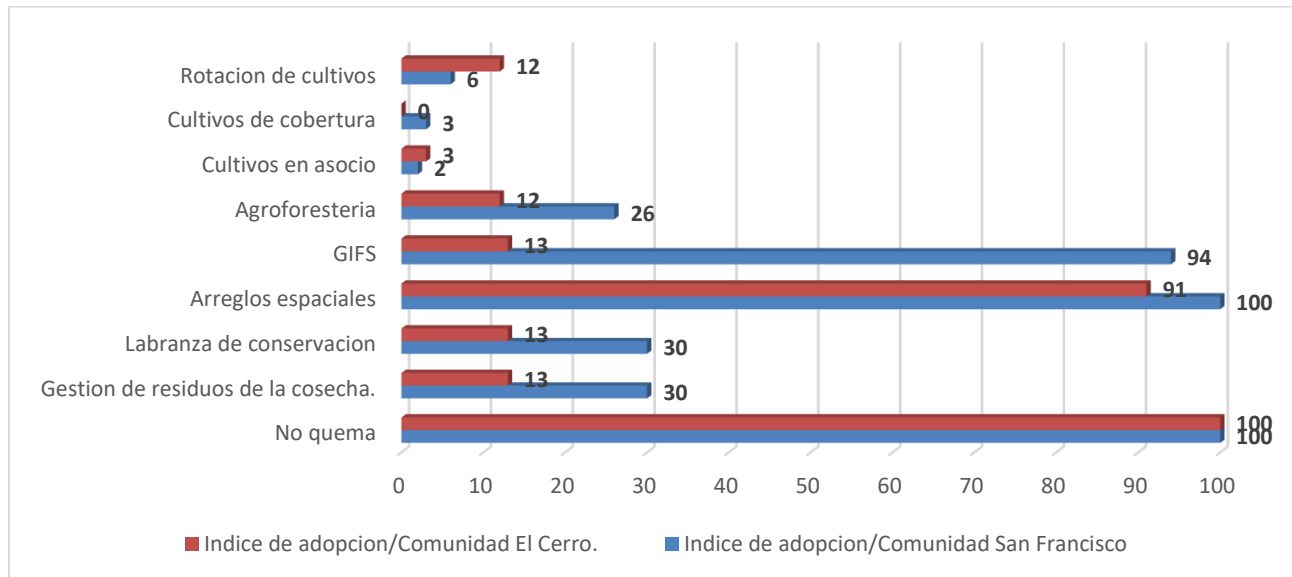


Figura 2. Análisis comparativo de las tecnologías adoptadas en la comunidad El Cerro y San Francisco del municipio de San Simón (1-3 mz).

Como se puede sistematizar dentro de la experiencia de los productores las principales razones o limitantes para poder adoptar estas tecnologías de manejo de suelo y agua se encuentran el acceso al recurso suelo, pequeños productores que son arrendatarios para un ciclo productivo, cada año cambian de lugar de siembra y se les exige la siembra de monocultivos de maíz o sorgo como pago la entrega de residuos de la cosecha para el arrendatario, El caso de la comunidad El Cerro la siembra de frijol para el consumo sustituyo la siembra de abonos verdes.

3.5 Evaluación de la sostenibilidad de los sistemas de producción (*Zea mays* y *Phaseolus vulgaris*) con prácticas de Agua y Suelo para la Agricultura, municipio de San Simón, departamento de Morazán, El Salvador.

La presente metodología fue adaptada del Marco de Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales incorporando Indicadores de Sostenibilidad, desarrollado por el Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiable (TRA), se utilizaron cinco atributos (1.Productividad, 2. Estabilidad, 3. Resiliencia y confiabilidad, Adaptabilidad, 4. Equidad, 5. Autodependencia) y 25 indicadores expresando los resultados en una gráfica tipo Ameba mediante un análisis comparativo de los niveles de sostenibilidad. (Masera *et al*, 1999; Lopez-Ridaura *et al*, 2002). Para obtener los resultados promedios de la evaluación de sostenibilidad en los dos cantones objeto de estudio, se realizó la sumatoria de los indicadores por Atributo, por productor y por cantón.

Según los resultados de la evaluación nos demuestra que los sistemas de producción con prácticas de conservación de suelo y agua fomentadas por el Proyecto ASA son más sostenibles en los ámbitos social,

económico y ambiental comparados al sistema de referencia (Figura 3), los IGS en las comunidades de estudio El Cerro (IGS ASA 6.2, IGS Tradicional 4.6), San Francisco (IGS ASA 5.5, IGS Tradicional 4.4) se demuestran superiores al manejo tradicional de la zona. (Sánchez Pila, 2019). La comunidad mejor evaluada del estudio fue el cantón El Cerro presenta un significativo nivel de sostenibilidad (>0.6) por su alto grado de organización, y adopción de las prácticas ASA.

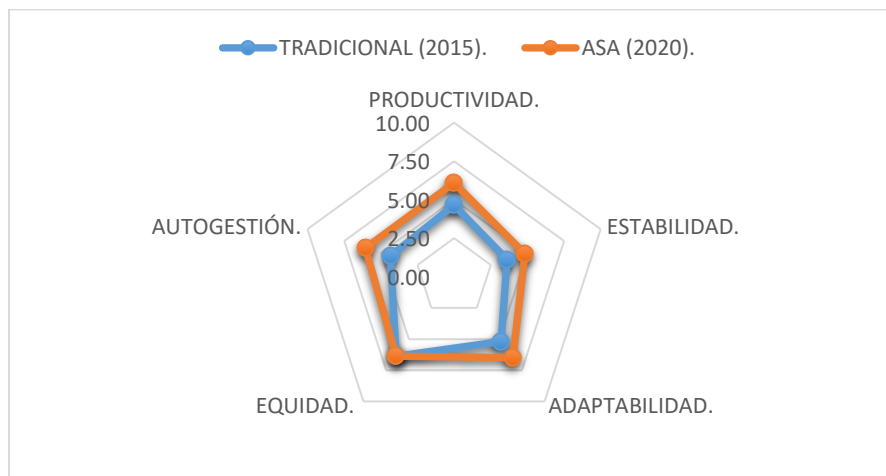


Figura 3. Evaluación de sostenibilidad del Programa ASA en los cantones El Cerro, San Francisco Municipio de San Simón.

Estudios de Casos.

a) Emilio Barahona.

La evaluación de la sostenibilidad de la parcela del productor Emilio Barahona en el cantón El Cerro, municipio de San Simón, departamento de Morazán, El Salvador, es la mejor evaluada del programa ASA lo cual le ha permitido mejorar en las dimensiones de la sostenibilidad (social, económico y ambiental) en la duración del programa. (Cuadro 8).

Cuadro 8. Evaluación de la relación de los indicadores económicos, sociales y ambientales en la finca del productor Emilio Barahona.

Dimensiones.	Valoración del productor(a)	Valoración ideal del MESMIS.
Económico.	10	10
Ambiental.	7.0	10
Social.	7.0	10

La aplicación de las técnicas que el programa ha promovido han tenido un impacto positivo en la finca del productor, los rendimientos en los cultivos han aumentado, los costos de producción disminuyeron con la implementación de prácticas como los cultivos de cobertura, relación, rentabilidad positiva, la productividad del suelo se tuvo un cambio de obtener una sola producción por año a más de tres cosechas al año mediante una rotación abono verde (*Cannavalia ensiformes*) + Maíz (*Zea mays*) + Sorgo (*Sorghum vulgare*), dentro de las prácticas más implementadas por el productor tenemos incrementar la biodiversidad de su parcela, cultivos de cobertura, control integrado de malezas, manejo de cobertura del suelo, manejo de animales de granja, utilización de semilla criolla, rotación de cultivos, implementando más de 10 prácticas de

conservación de suelo y agua, la toma de decisiones en la familia es dialogada y compartida por la pareja; no así para el caso de la participación en reuniones y talleres, en donde por lo general solo el productor hombre es el que participa, donde la capacidad de gestión interna y externa se considera que en niveles intermedio debido a que con la finalización del programa se promovió la implementación de grupos de auto ahorro con todos los miembros de la comunidad fomentando las compras colectivas de insumos y el seguimiento a la promoción de prácticas ASA en la comunidad, aunque siempre mantienen una dependencia de insumos y financiamiento externo. (Cuadro 9, Figura 4).

Cuadro 9. Evaluación de la relación de los Atributos en la finca del productor Emilio Barahona.

Literal	Atributo	Valoración del productor(a)	Valoración ideal del MESMIS
A	Productividad	10	10
B	Estabilidad	6.3	10
C	Adaptabilidad	10	10
D	Equidad	7.5	10
E	Autogestión	6.0	10

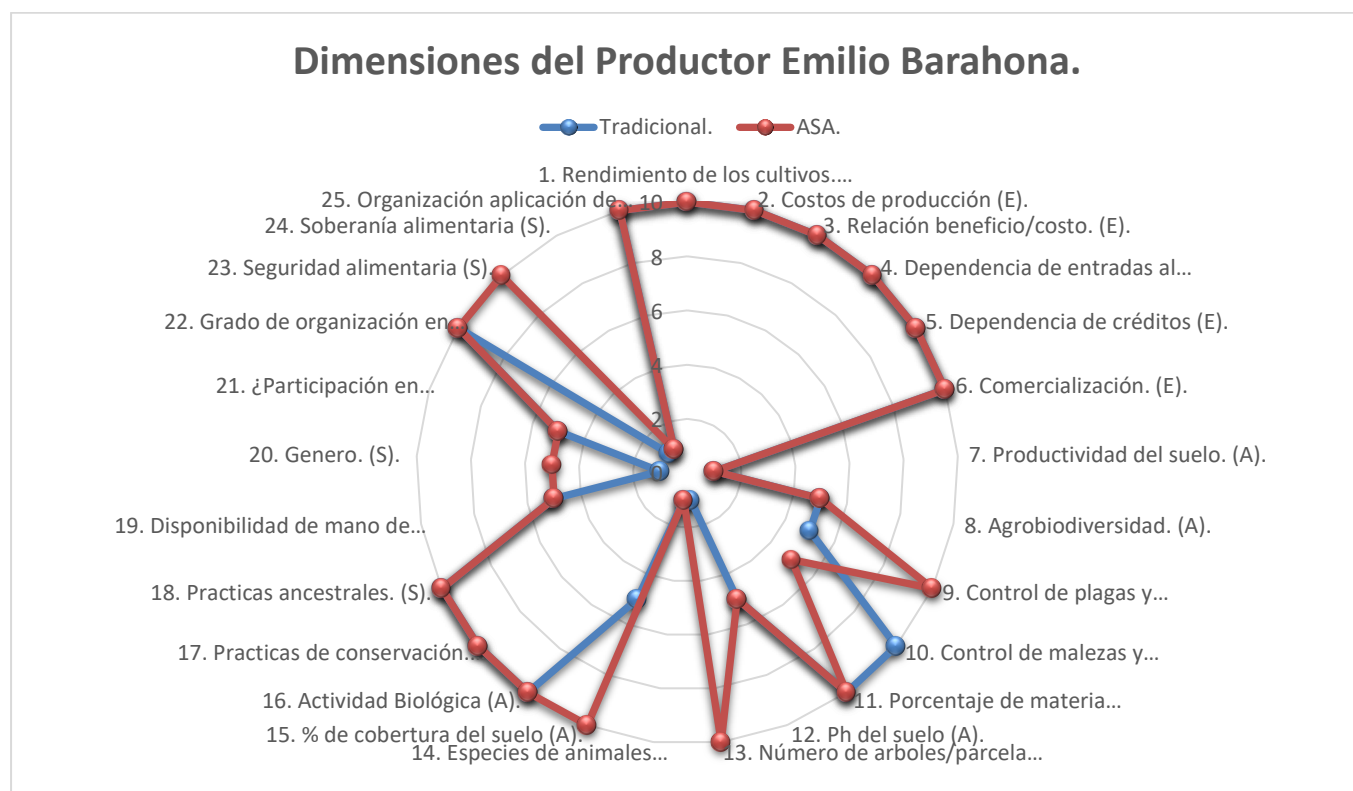


Figura 4. Ameba de sostenibilidad, productor Emilio Barahona.

b) José Guevara.

Evaluación de la sostenibilidad de la parcela del productor José Guevara, con un nivel bajo de evaluación en los ámbitos social, económico y ambiental debido a la baja adopción en prácticas ASA, quien reside en el cantón San Francisco municipio de San Simón, departamento de Morazán, El Salvador. (Cuadro 10)

Cuadro 10. Evaluación de la relación de los indicadores económicos, sociales y ambientales en la finca del productor José Guevara.

Dimensiones.	Valoración del productor(a)	Valoración ideal del MESMIS.
Económico.	4.7	10
Ambiental.	3.6	10
Social.	4.8	10

El estudio refleja que el productor ha adoptado en menor cantidad las prácticas de conservación de suelo y agua promovidas por el programa ASA, su situación económica reflejando datos de productividad bajos, con estos datos se considera que el nivel de estabilidad de la parcela es muy inferior al óptimo, el productor ha implementado menos de 3 practicas ASA dentro de su parcela, no utiliza semilla criolla, posee mano de obra disponible para las acciones de la finca, solamente él toma las decisiones en el hogar y en el caso de la participación en reuniones y talleres manifiesta que solo él participa, con la finalización del programa el productor no quiso participar en grupos de auto ahorro de su comunidad ni tampoco participa en actividades de comunitarias, dependiente de insumos externos para la producción. (Cuadro 11, Figura 5).

Cuadro 11. Evaluación de la relación de los Atributos en la finca del productor José Guevara.

Literal	Atributo	Valoración del productor(a)	Valoración ideal del MESMIS
A	Productividad	7.2	10
B	Estabilidad	6.8	10
C	Adaptabilidad	8.3	10
D	Equidad	7.5	10
E	Autogestión	6.0	10

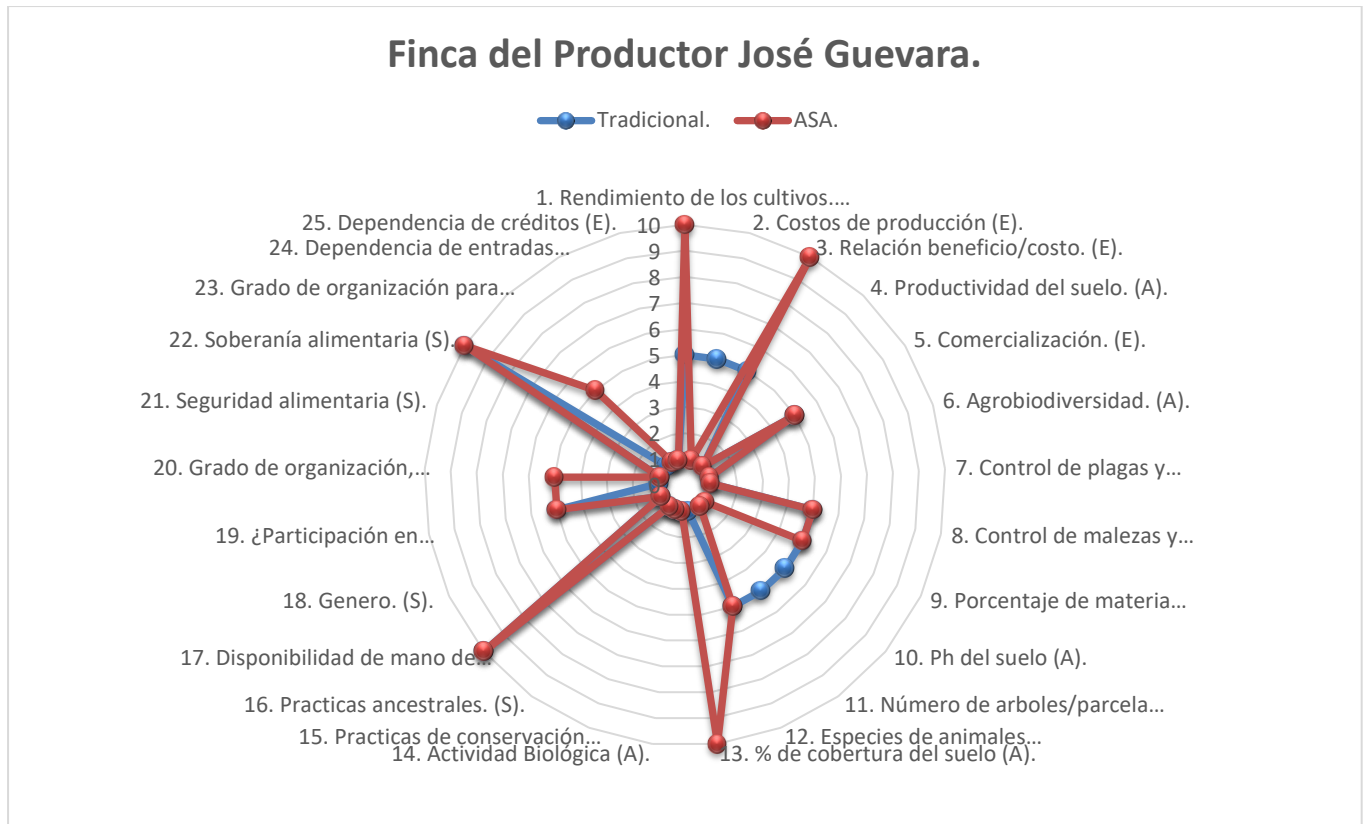


Fig. 5 Ameba de sostenibilidad, productor José Guevara.

4 CONCLUSIONES

Los resultados de esta investigación nos permiten demostrar que los agricultores que adoptaron más del 50% de las prácticas de suelo y agua en sus sistemas productivos de las comunidades de San Francisco y El Cerro del municipio de San Simón presentan niveles de sostenibilidad superior en comparación al sistema tradicional, por lo tanto, sus sistemas de producción de maíz y frijol con tecnologías ASA son más resilientes en el ámbito económico, ambiental y social (Sánchez Morales, 2012).

La relación B/C de 0.60 en el sistema de producción maíz con el manejo tradicional, 1.78 en el sistema de producción maíz ASA en el cantón San Francisco y de 0.96 en el sistema de producción frijol tradicional y de 1.86 en el sistema de producción frijol ASA en el cantón El Cerro. El cambio tecnológico es viable para el productor ya que permite incrementar los rendimientos productivos, aumentar los ingresos económicos para productores en categoría de pequeña escala (Ibrahim *et al*, 2015)

Las tecnologías promovidas por el proyecto que fueron más aceptadas y adoptadas en un rango del 70%-100% fueron principalmente 5 tecnologías o prácticas ASA que son la no quema, gestión de los residuos de la cosecha, labranza de conservación, arreglos espaciales, gestión integrada de la fertilidad del suelo todas ellas prácticas catalogadas como prácticas agronómicas para la conservación de suelos y la gestión de agua.

Según los resultados de la evaluación nos demuestra que los sistemas de producción con prácticas de conservación de suelo y agua fomentadas por el Proyecto ASA son más sostenibles en los ámbitos social, económico y ambiental comparados al sistema de referencia en la comunidad El Cerro (IGS ASA 6.2, IGS Tradicional 4.6), y para San Francisco (IGS ASA 5.5, IGS Tradicional 4.4). Los productores mejor

evaluados son de la comunidad El Cerro presenta un significativo nivel de sostenibilidad (>0.6) por su alto grado de organización, y adopción de las prácticas ASA.

Los atributos mejor evaluados del Sistema de producción alternativo fueron productividad (6.09), adaptabilidad (6.48), equidad (6.27), autogestión (6.05) y el menos evaluados fue estabilidad o resiliencia (4.81) debido a la alta dependencia de insumos externos que todavía mantienen los sistemas de producción, baja biodiversidad en los agroecosistemas y saneamiento. (Sánchez Pila, 2019).

5 AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todos los agricultores y agricultoras que participaron en el estudio quienes con su incondicional apoyo y comprensión permitieron la realización de esta investigación no hay palabras para tan noble labor que realizan, dignificar su rol en nuestro país es de vital importancia ya que nunca podríamos pagarles su trabajo por alimentar al mundo.

A mi Asesora de tesis Ing. M. Sc. Xenia Glidisdela Marín de Saz siempre le estaré infinitamente agradecido, no hay palabras que definan su dedicación, paciencia, amabilidad, dedicación y apoyo, ya que gracias a ella me ha permitido concluir esta investigación, le deseo solo bendiciones en su vida.

A los catedráticos de la Escuela de Posgrado de La Facultad de Agronomía con dedicatoria especial Ing. M. Sc. Modesto Antonio Juárez Vásquez, Ing. M. Sc. Ph. D. Miguel Ángel Hernández Martínez quienes con la mayor de las disposiciones me han brindado las herramientas y me han compartido conocimientos para ver finalizado esta investigación quiero que sepan que recuerdo a cada uno de ustedes.

Al Director de la Escuela de Posgrado y Educación Continua Ing. M. Sc. Mario Antonio Orellana Núñez por apoyo en todo momento tanto en la elaboración del protocolo de tesis como su colaboración, en la realización de esta tesis.

Al Ing. Agr. Javier Chicas y Ing. Agr. Milton Luna y todos los colegas de ACUGOLFO y CRS por su apoyo en la realización de este trabajo de investigación por siempre estar pendientes y su amabilidad, cordialidad en todo momento.

6 BIBLIOGRAFÍA

Aguilar B.S. (2005). Fórmulas para el cálculo de la muestra en Investigaciones de Salud, Salud en Tabasco, vol. 11, número 1-2, secretaria de salud del Estado de Tabasco Villahermosa México, p. 333-338.

Altieri, MA. (1999). AGROECOLOGÍA. Bases científicas para una agricultura sustentable (en línea). Montevideo Uruguay, 325 p. Disponible en <https://www.socla.co/wp-content/uploads/2014/Agroecologiabasescientificas.pdf>.

Altieri, M & Nicholls, C. (2007). Conversión agroecológica de sistemas convencionales de producción: teoría, estrategias y evaluación, revista ecosistemas 16 (1): 3-12 p. Disponible en <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/133>.

Altieri, MA & Nicholls, C. (2018). Agroecología y cambio climático: ¿adaptación o transformación? Revista de Ciencias Ambientales, 235-243 p. Disponible en <https://doi.org/10.15359/rca.52-2.13>.

Altieri, Miguel & Nicholls, CI. (2000). AGROECOLOGÍA Teoría y práctica para una agricultura sustentable (En línea), 1º Edición, México D.F., Red de Formación Ambiental para América Latina y el Caribe. Disponible en <https://www.socla.co/wp-content/uploads/2014/altieri-libroagroecologia.pdf>.

CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal). (2018). Guía de procedimientos para el análisis económico en la investigación agropecuaria, unidad de biometría y socioeconomía. Disponible en <http://centa.gob.sv/docs/socioeconomia/GUIA%20DE%20ANALISIS%20ECONOMICOS%202018.pdf>.

CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal). (2018). Guía metodológica para la evaluación de aceptación y adopción de tecnologías agropecuarias en El Salvador, 22 p. Disponible en <http://centa.gob.sv/docs/socioeconomia/GUIA%20PARA%20ESTUDIOS%20DE%20ACEPTACI%C3%93N%20Y%20ADOPCI%C3%93N.pdf>.

Centro de Investigación Mejoramiento del Maíz y Trigo (CIMMYT). (1997). Adopción, difusión y aceptabilidad. Que son y cómo medirlas, D.F, México.

FIAES (Fondo de la Iniciativa para las Américas El Salvador). (2017). Plan de desarrollo local sostenible (PDL) para el Área de conservación de Nahuaterique, 162 p, San Salvador, 11 de enero de 2017.

GWI (Iniciativa Global del Agua) & Moss, Daniel. (2014). Prácticas de agricultura para mejorar la productividad del agua en sistemas de producción de secano en Centroamérica (En línea), Consultado 6 feb. 2020. Disponible en <https://asa.crs.org/recursos/practicas-de-agricultura-para-mejorar-la-productividad-del-agua-en-sistemas-de-produccion-de-secano-en-centroamerica/>.

Ibrahím, M., Montiel, K., Rivera, R. (2015). Validación de mejoramiento de prácticas de mejoramiento de suelo para la producción sostenible de maíz y frijol en américa central, revista enlace, Volumen (IV), Número 27, 10-13 p. Disponible en http://conservacion.cimmyt.org/index.php/es/component/docman/doc_view/1493-enlace-no27.

Sánchez Morales, Primo. (2012). Evaluación de la sustentabilidad del agroecosistema maíz en la región de Huamantla, Tlaxcala. (En línea), Tesis doctoral en ciencias. Puebla, México., Institución de enseñanza e investigación en Ciencias Agrícolas, 249 p. Disponible en <http://www.mesmis.unam.mx:8080/MESMIS2/faces/index.xhtml>.

Sánchez Pila & F Eduardo. (2019). Caracterización de los sistemas agroecológicos que incluyen estrategias de agricultura de conservación en las comunidades que constituyen la zona de acción de la red macrena aplicando la metodología para evaluación de sistemas de manejo incorporando indicadores de sustentabilidad, (en línea), Ibarra, Ecuador. Disponible en <http://www.mesmis.unam.mx:8080/MESMIS2/faces/index.xhtml>.