

**Universidad de El Salvador
Facultad de Ciencias Agronómicas
Escuela de Posgrado y Educación Continua**

Programa de Posgrado en Ciencias en Agricultura Sostenible.



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.

Presentada por:
Ing. Agr. Juan José Ayala González.

TESIS

Presentado como requisito parcial para obtener el Grado de:
Maestro en Ciencias en Agricultura Sostenible.

San Salvador, El Salvador, Centro América, Octubre 2022.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR:

M. Sc. ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO

SECRETARIO GENERAL:

ING. FRANCISCO ANTONIO ALARCON SANDOVAL

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS

DECANO:

DR. FRANCISCO LARA ASCENCIO.

SECRETARIO:

ING. AGR. BALMORE MARTINEZ SIERRA.

Esta Tesis fue realizado bajo la dirección del Tribunal Evaluador de Tesis indicado, ha sido aprobado por el mismo y aceptado como requisito parcial para la obtención del grado de:

Maestro en Ciencias en Agricultura Sostenible.

San Salvador, El Salvador, Centro América, 2022

Tribunal Evaluador de Tesis

Ing. M. Sc. Xenia Glidisdela Marín de Saz.
Asesor de Tesis y presidente del Tribunal Evaluador de Tesis.

Ing. M. Sc. Modesto Antonio Juárez Vásquez.
Secretario y Miembro del Tribunal Evaluador de Tesis.

Ing. M. Sc. Ph. D. Miguel Ángel Hernández Martínez
Vocal y Miembro del Tribunal Evaluador de Tesis.

Ing. M. Sc. Modesto Antonio Juárez Vásquez.
Coordinador de la Maestría

Ing. M. Sc. Mario Antonio Orellana Núñez.
Director de la Escuela de Posgrado y Educación Continua

Dedicatoria.

A Dios todo poderoso y misericordioso quien con su apoyo y sabiduría en los momentos difíciles de la vida no hubiera sido posible la finalización de dicha investigación. Quien en las tribulaciones y los problemas que nos enfrentamos a diario es el único que nos reconforta y nos brinda la fuerza para seguir en el camino de la vida con ánimos renovados y nos brinda la esperanza para una vida nueva.

A mis padres Hortencia de Jesús Gonzalez Chávez y Juan José Ayala Ventura quienes con su amor, ejemplo y apoyo me han hecho el hombre que soy, en especial una dedicatoria para mi madre quien este triunfo lo disfrutará más que ninguna persona le agradezco por ese amor incondicional que me brinda y su apoyo incondicional en los momentos de mayor dificultad de mi vida, no hay palabras para agradecerle.

A mis abuelos José de la Cruz González (QEPD) y Fidelina Chávez de González (QEPD) quienes fueron unos segundos padres en mi vida y quienes con su amor y ejemplo estuvieron siempre presentes en mi vida y quienes por las situaciones de la vida no pudieron compartir este momento de alegría.

A mi tío Ing. Agr. José de la Cruz González Chávez (QEPD) quien fue un padre y ejemplo a seguir en la vida, quien me apoyo en momentos difíciles de la adolescencia hasta formar siempre parte de mi corazón.

A todas esas personas que contribuyeron en la realización de este trabajo de investigación y también aquellas que por el tiempo invertido en la maestría y demás circunstancias se fueron de mi vida para siempre.

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.

A todos mis colegas y compañeros de la maestría Jorge Gonzalez, Hector Martínez, Miguel Granados por tantos momentos felices y de lucha constante siempre llevare esos recuerdos en mi corazón.

Índice.

Contenido	Página.
Resumen.	1
Abstract.....	3
I. Introducción.....	5
II. Planteamiento del problema.	7
III. Objetivos.....	9
3.1 Objetivo General.....	9
IV. Hipótesis.	10
V. Marco Teórico Conceptual.	11
5.1 Situación de los suelos en El Salvador.	11
5.2 Cambio climático y su impacto en el agua y la vulnerabilidad agrícola.	11
5.3 El enfoque de la agricultura convencional y su impacto en el ambiente.....	13
5.4 Agricultura de secano.	14
5.5 Productividad del agua.	15
5.6 Sistemas de producción agrícolas.....	16
5.7 Descripción del Programa Agua y Suelo para la Agricultura (ASA).....	17
5.8 Agricultura de conservación.	17
5.9 Prácticas agronómicas para la conservación de suelos y la gestión de agua.....	19
5.9.1 La no quema y gestión de los residuos de cultivos.....	20
5.9.2 Labranza de conservación.	20
5.9.3 La densidad de siembra /arreglos espaciales.	20
5.9.4 Gestión Integral de la fertilidad del suelo.....	21
5.9.5 Rotación de cultivos.	22

5.10 Prácticas vegetativas para la conservación de suelos y la gestión de agua.	22
5.10.1 Siembra de cultivos de cobertura.....	22
5.10.2 Siembra de cultivos en asocio.	23
5.10.3 Agroforestería.....	24
5.11 Efecto de las prácticas de agricultura de conservación en los rendimientos productivos en granos básicos.....	24
5.12 Estudios de adopción de tecnologías de agricultura sostenible.....	25
5.13 Índice de aceptabilidad (Ía).	25
5.14 Índice de adopción (ÍAC).	26
5.15 Evaluación de los sistemas agroalimentarios.	27
5.16 El Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo Incorporando Indicadores de Sostenibilidad (MESMIS).	27
5.17 Evaluaciones de sostenibilidad en agroecosistemas campesinos.	29
VI. Metodología.	32
6.1. Descripción del lugar de estudio.	32
Fig. 2. Ubicación del sitio de estudio.	32
6.2. Descripción edafoclimática.	32
6.2.1 Características edáficas.....	32
6.2.2 Características climáticas.	33
6.3. Criterios de selección del área de estudio.....	33
6.4. Metodología estadística.	33
6.4.1 Tipo de muestreo.	33
6.5 Población objeto del estudio.....	34
6.6 Obtención de la información.	35
6.7 Proceso metodológico.	35

VII. Análisis de resultados.	40
7.1 Caracterización socioeconómica y ambiental de los productores participantes del programa ASA en el municipio San Simón, departamento Morazán, El Salvador.	40
7.1.1 Aspectos sociodemográficos de los productores.	40
7.1.2 Aspectos socioeconómicos de los productores.	43
7.1.3 Aspectos ambientales de los productores.	46
7.2 Caracterización socioeconómica y ambiental de los sistemas productivos de (<i>Zea mays</i> y <i>Phaseolus vulgaris</i>) en el municipio San Simón, departamento Morazán, El Salvador.	48
7.3 Análisis económico de la producción del sistema maíz y frijol con prácticas de conservación de Suelo y Agua, con la agricultura convencional y prácticas tradicionales.	50
7.4 Estudio de adopción de las prácticas de conservación de Agua y Suelo en sistemas productivos maíz y frijol en el municipio San Simón, departamento de Morazán, El Salvador.	54
7.5 Evaluación de la sostenibilidad de los sistemas de producción (<i>Zea mays</i> y <i>Phaseolus vulgaris</i>) con prácticas de Agua y Suelo para la Agricultura, municipio de San Simón, departamento de Morazán, El Salvador.	61
7.5.1. Evaluación Económica a través de Indicadores de los Atributos Productividad y Autogestión o Autodependencia.	62
7.5.2. Evaluación Ambiental a través de Indicadores de los Atributos Productividad, Estabilidad o Resiliencia y Adaptabilidad.	63
7.5.3. Evaluación Social a través de Indicadores de los Atributos Adaptabilidad, Equidad y Autogestión o Autodependencia.	65
7.6 Evaluación de la sostenibilidad.	66
Figura 9. Evaluación de sostenibilidad del Programa ASA en los cantones El Cerro, San Francisco Municipio de San Simón.	67
7.6.1 Estudio de Caso 1.	68

7.6.2. Análisis de los Atributos y dimensiones de la parcela y del productor Emilio Barahona.	73
7.6.3 Estudio de Caso 2.	77
7.6.4. Análisis de los Atributos y dimensiones de la parcela y del productor José Guevara...83	
VIII. CONCLUSIONES.....	88
IX. RECOMENDACIONES.....	90
X. BIBLIOGRAFÍA.....	91
XI. ANEXOS.....	100

Índice de Cuadros.

	Página
Cuadro 1. Estrategias tecnológicas para mejorar el uso sustentable del suelo.	19
Cuadro 2. Metodología y variables para evaluar en la caracterización socioeconómica y ambiental de las familias.	35
Cuadro 3. Metodología y variables para evaluar en la caracterización de los sistemas de producción.	36
Cuadro 4. Presupuesto Parcial.	36
Cuadro 5. Cálculo del Presupuesto Parcial para B/C, Tasa de retorno marginal.	37
Cuadro 6. Atributos y puntos críticos de sostenibilidad del Programa Agua y Suelo para la Agricultura (ASA).	38
Cuadro 7. Edad de los productores objeto del estudio.	40
Cuadro 8. Categorización de tamaño de la propiedad de los productores.	40
Cuadro 9. Uso del suelo productores del estudio.	41
Cuadro 10. Rendimiento de la producción agrícola maíz y frijol con ASA.	44
Cuadro 11. Costos de producción por hectárea de maíz manejo ASA.	45
Cuadro 12. Costos de producción por hectárea de frijol manejo ASA.	45
Cuadro 13. Ingresos económicos por hectárea de maíz y frijol manejo ASA.	45
Cuadro 14. Implementación de prácticas de conservación de suelo y agua.	46
Cuadro 15. Principales especies forestales existentes en las fincas de los productores de la zona de estudio.	47
Cuadro 16. Especies animales existentes en las fincas de los productores.	48
Cuadro 17. Resumen de las prácticas promovidas por el Programa Agua y Suelo para la Agricultura.	50
Cuadro 18. Tabulación de observaciones económicas.	52
Cuadro 19. Presupuesto Parcial.	52

Cuadro 20. Cálculo del Presupuesto Parcial para B/C, Tasa de retorno marginal sistema de producción maíz.	53
Cuadro 21. Cálculo del Presupuesto Parcial para B/C, Tasa de retorno marginal sistema de producción maíz.	54
Cuadro 22. Cuadro resumen de factores que afectaron la adopción de prácticas desde la perspectiva de los productores.....	60
Cuadro 23. Criterios de calificación para los indicadores económicos.....	62
Cuadro 24. Criterios de calificación para los indicadores ambientales.....	63
Cuadro 25. Criterios de calificación para los indicadores sociales.	65
Cuadro 26. Valores de sostenibilidad por productor en las evaluaciones económica, social y ambiental, en el cantón San Francisco, municipio de San Simón.	67
Cuadro 27. Valores de sostenibilidad por atributo metodología ASA y sistema de referencia en el municipio de San Simón.....	67
Cuadro 28. Evaluación del Atributo Productividad en la finca del productor Emilio Barahona.	68
Cuadro 29. Evaluación del Atributo Productividad en la finca del productor Emilio Barahona.	69
Cuadro 30. Evaluación del Atributo Adaptabilidad en la finca del productor Emilio Barahona.	71
Cuadro 31. Evaluación del Atributo Equidad en la finca del productor Emilio Barahona.	72
Cuadro 32. Evaluación del Atributo Autogestión en la finca del productor Emilio Barahona.	72
Cuadro 33. Evaluación de la relación de los Atributos en la finca del productor Emilio Barahona.	74
Cuadro 34. Evaluación de la relación de los indicadores económicos, sociales y ambientales en la finca del productor Emilio Barahona.....	75

Cuadro 35. Evaluación del Atributo Productividad en la finca del productor José Guevara..	78
Cuadro 36. Evaluación del Atributo Productividad en la finca del productor José Guevara..	79
Cuadro 37. Evaluación del Atributo Adaptabilidad en la finca del productor José Guevara..	80
Cuadro 38. Evaluación del Atributo Equidad en la finca del productor José Guevara	81
Cuadro 39. Evaluación del Atributo Autogestión en la finca del productor José Guevara.....	82
Cuadro 40. Evaluación de la relación de los Atributos en la finca del productor José Guevara.	83
Cuadro 41. Evaluación de la relación de los indicadores económicos, sociales y ambientales en la finca del productor José Guevara.....	84

Índice de Figuras.

	Página
Figura 1. El ciclo de evaluación en el MESMIS (Masera <i>et al</i> , 1999).....	29
Fig. 2. Ubicación del sitio de estudio.	32
Fig. 3. Analfabetismo de los productores participantes del estudio.	41
Fig. 4. Prácticas implementadas por los productores participantes del programa ASA comunidades El Cerro y San Francisco.....	47
Figura 5. Análisis comparativo de las tecnologías aceptadas en la comunidad El Cerro y San Francisco del municipio de San Simón (0-1 mz).	56
Figura 6. Análisis comparativo de las tecnologías aceptadas en la comunidad El Cerro y San Francisco del municipio de San Simón (1-3 mz).	57
Figura 7. Análisis comparativo de las tecnologías adoptadas en la comunidad El Cerro y San Francisco del municipio de San Simón (0-1 mz).	58
Figura 8. Análisis comparativo de las tecnologías adoptadas en la comunidad El Cerro y San Francisco del municipio de San Simón (1-3 mz).	59
Figura 9. Evaluación de sostenibilidad del Programa ASA en los cantones El Cerro, San Francisco Municipio de San Simón.....	67
Figura 10. “Ameba” de Evaluación del Atributo Productividad de la parcela del productor Emilio Barahona.....	69
Figura 11. “Ameba” de Evaluación del Atributo estabilidad de la parcela del productor Emilio Barahona.....	70
Figura 12. “Ameba” de Evaluación del Atributo adaptabilidad de la parcela del productor Emilio Barahona.	72
Figura 13. “Ameba” de Evaluación del Atributo autogestión de la parcela del productor Emilio Barahona.....	73
Figura 14. Evaluación de la relación de los Atributos del productor Emilio Barahona.	74

Figura 15. Evaluación de la dimensión económica de la parcela y del productor Emilio Barahona.....	75
Figura 16. Evaluación de la dimensión ambiental de la parcela y del productor Emilio Barahona.	76
Figura 17. Evaluación de la dimensión social de la parcela y del productor Emilio Barahona.	76
Figura 18. Ameba de sostenibilidad, productor Emilio Barahona.	77
Figura 19. “Ameba” de Evaluación del Atributo Productividad de la parcela del productor José Ambrocio Guevara Coca.	78
Figura 20. “Ameba” de Evaluación del Atributo estabilidad de la parcela del productor José Ambrocio Guevara Coca.	80
Figura 21. “Ameba” de Evaluación del Atributo adaptabilidad de la parcela del productor José Ambrocio Guevara Coca.	81
Figura 22. “Ameba” de Evaluación del Atributo autogestión de la parcela del productor José Ambrocio Guevara Coca.	83
Figura 24. Evaluación de la dimensión económica de la parcela y del productor José Ambrocio Guevara Coca.	85
Figura 25. Evaluación de la dimensión ambiental de la parcela y del productor José Ambrocio Guevara Coca.	85
Figura 26. Evaluación de la dimensión social de la parcela y del productor José Ambrocio Guevara Coca.	86
Fig. 27 Ameba de sostenibilidad, productor José Ambrocio Guevara Coca.	87

Índice de Anexos.

	Página
Anexo 1. Información de los productores en la investigación.	100
Anexo 2. Encuesta para caracterización de finca y familia.	102
Anexo 3. Encuesta para medición de adopción de tecnologías.	111
Anexo 4. Encuesta para medición de indicadores de sostenibilidad.	117
Anexo 5. Muestreo de cobertura vegetal.	122
Anexo 6. Protocolo para macrofauna del suelo.	122
Anexo 7. Valores de sostenibilidad por productor en las evaluaciones económica, social y ambiental, en el cantón El Cerro, municipio de San Simón, Departamento de Morazán.	123
Anexo 8. Valores de sostenibilidad por productor en las evaluaciones económica, social y ambiental, en el cantón San Francisco, municipio de San Simón.	125
Anexo 9. Ameba de sostenibilidad, productor José Ovilio Díaz.	127
Anexo 10. Ameba de sostenibilidad, productor María Aranda.	128
Anexo 11. Ameba de sostenibilidad, productor Santos Guevara.	128
Anexo 12. Ameba de sostenibilidad, productor José Chicas.	129
Anexo 13. Ameba de sostenibilidad, productor Santos Martínez.	129
Anexo 14. Ameba de sostenibilidad, productor Juan Díaz.	130
Anexo 15. Ameba de sostenibilidad, productor Agustín Guevara.	130
Anexo 16. Ameba de sostenibilidad, productor Santos Escobar.	131
Anexo 17. Ameba de sostenibilidad, productor Epifanio Jurado.	131
Anexo 18. Ameba de sostenibilidad, productor Diego Jurado.	132
Anexo 19. Ameba de sostenibilidad, productor José Fuentes.	132
Anexo 20. Ameba de sostenibilidad, productor Felicito Guevara.	133
Anexo 21. Ameba de sostenibilidad, productor José Alvarado.	133

Anexo 22. Ameba de sostenibilidad, productor Miguel Martínez.	134
Anexo 23. Ameba de sostenibilidad, productor Alfredo Guevara.	134
Anexo 24. Ameba de sostenibilidad, productor Antonio Guevara.....	135
Anexo 25. Ameba de sostenibilidad, productor Juan Martínez.....	135
Anexo 26. Ameba de sostenibilidad, productor Rosalio Reyes.	136
Anexo 27. Ameba de sostenibilidad, productor Margarito Ventura.....	136
Anexo 28. Ameba de sostenibilidad, productor José Cabrera.....	137
Anexo 29. Ameba de sostenibilidad, productor Antonio Sorto.....	137
Anexo 30. Ameba de sostenibilidad, productor Arnoldo Amaya.	138
Anexo 31. Ameba de sostenibilidad, productor Alexander Ventura	138
Anexo 32. Ameba de sostenibilidad, productor Esperancita Aranda.....	139
Anexo 33. Ameba de sostenibilidad, productor Domingo Hernandez	139
Anexo 34. Ameba de sostenibilidad, productor David Ventura.....	140
Anexo 35. Ameba de sostenibilidad, productor Margarito Chicas.....	140
Anexo 36. Ameba de sostenibilidad, productor Francisco Sorto.	141
Anexo 37. Ameba de sostenibilidad, productor Bernardo Ramírez.	141
Anexo 38. Ameba de sostenibilidad, productor José Guevara.	142
Anexo 39. Ameba de sostenibilidad, productor Armando Ventura.	142
Anexo 40. Ameba de sostenibilidad, productor Luciano Hernandez.	143
Anexo 41. Ameba de sostenibilidad, productor José Díaz.	143
Anexo 42. Ameba de sostenibilidad, productor Reynaldo Santos.	144
Anexo 43. Ameba de sostenibilidad, productor Salvador Guevara.....	144
Anexo 44. Ameba de sostenibilidad, productor José Santos.....	145
Anexo 45. Ameba de sostenibilidad, productor Brígido Santos.	145

Anexo 46. Ameba de sostenibilidad, productor Juan Argueta.	146
Anexo 47. Ameba de sostenibilidad, productor Leónidas Amaya.	146
Anexo 48. Ameba de sostenibilidad, productor Antonio Sorto.....	147

Resumen.

Ayala González, J. J. 2021. 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. Tesis Mag. Sc. Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad de El Salvador. San Salvador, SV. 147 p.

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. Todos los productores tienen 5 años de estar implementado las metodologías del programa Agua y Suelo para la Agricultura y han manejado dos tipos de metodologías (testigo con el manejo tradicional de la zona y una parcela ASA con prácticas de conservación de suelo y agua).

El estudio tuvo el propósito evaluar la adopción mediante las herramientas del Índice de aceptabilidad (Ía), Índice de adopción (ÍAC) 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 herramienta 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 practicas 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.

Abstract.

Ayala González, J. J. 2021. 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. Thesis Mag. Sc. University of El Salvador, Faculty of Agronomic Sciences. El Salvador University. San Salvador, S.V. 146 pages.

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. All the producers have been implementing the methodologies of the Water and Soil for Agriculture program for 5 years and have managed two types of methodologies (control with the traditional management of the area and an ASA plot with soil and water conservation practices).

The purpose of the study was to evaluate the adoption through the tools of the Acceptability Index (Ía), Adoption Index (IAC) and the sustainability of the corn and bean production systems with soil and water practices using the methodology of the "Marco for the Evaluation of Natural Resources Management Systems 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.

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

I. Introducción.

El Programa ASA financiado por Catholic Relief Services (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 por la Asociación de Cuencas del Golfo de Fonseca (ACUGOLFO) desde 2015 al 2020. La investigación 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, municipio de San Simón. La investigación se realizó en el periodo comprendido del año 2020 al 2021 con una muestra de 42 productores beneficiarios del programa. Los cuales estaban 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 las metodologías del programa ASA y han manejado dos tipos de metodologías de parcelas demostrativas (testigo con el manejo tradicional de la zona y una parcela ASA con prácticas de conservación de suelo y agua).

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 (*Zea mays*) y frijol (*Phaseolus vulgaris*) a 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 de Suelo y Agua (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. (Masera *et al*, 1999, Masera, & López-Ridaura, 2005).

II. Planteamiento del problema.

El maíz y el frijol (*Zea mays* y *Phaseolus vulgaris*) es un componente vital de las dietas alimenticias de los humanos y la cultura en América Central, más de un millón de familias de pequeños agricultores siembran estos cultivos para su subsistencia y producen el 70% del maíz y 100% del frijol que se consume localmente. En los próximos años, el cambio climático junto con la degradación del suelo, la pobreza generalizada de la población rural planteará obstáculos desafiantes para la producción. (Eitzinger *et al*, 2013).

Por lo cual es de vital importancia la inversión en la mejora de rendimientos para pequeños productores de secano mediante prácticas sostenibles que restauren y conserven los recursos de suelo y agua es lo que se requiere, para lograr un impacto importante en la producción, la seguridad alimentaria y la resiliencia ante el cambio climático (CRS *et al*, 2015).

El Programa de Agua y Suelo para la Agricultura (ASA) financiado por Catholic Relief Services (CRS) se presenta como una alternativa de producción sostenible para los productores de granos básicos en pequeña escala que permitan aumentar la productividad del suelo y agua y el rendimiento de los cultivos mediante la promoción de prácticas de conservación de suelo y agua.

El plan de desarrollo sostenible del área de conservación de Nahuaterique caracterizó las actividades agropecuarias de la zona del programa como de baja rentabilidad, alta demanda de los recursos naturales y prácticas agrícolas que no aportan a la conservación de los suelos y agua, basadas fuertemente en prácticas de manejo de suelo limpio, quema y uso intensivo de agroquímicos que contaminan el suelo, fuentes de agua y destruyen la biodiversidad por lo cual se vuelve indispensable el migrar hacia una agricultura más sostenible y resistente a la amenaza climática. (FIAES, 2017).

El estudio surge del problema anterior con el objetivo que la información generada por el proyecto de investigación permitirá realizar una evaluación sobre la aceptación, adopción de la transferencia de tecnología que facilite documentar los efectos del programa, así como también

los cambios en la sostenibilidad de los productores(as), que viabilice el desarrollo de políticas y tecnologías más exitosas; por lo cual surgen las siguientes interrogantes:

¿Las prácticas Agua y Suelo para la Agricultura (ASA) es aceptada y adoptada por los productores participantes del programa ASA?

¿Cuál de las metodologías tradicional o ASA, presentan mejor relación beneficio/costo para los productores que la implementan?

¿Los sistemas de producción maíz y frijol con tecnologías ASA son resilientes en el ámbito ambiental y social para los productores que las implementan comparado al manejo tradicional?

III. Objetivos.

3.1 Objetivo General.

Evaluar la adopción y sostenibilidad de los sistemas productivos de maíz y frijol (*Zea mays* y *Phaseolus vulgaris*) con prácticas de suelo y agua en el municipio de San Simón, departamento de Morazán, El Salvador.

3.2 Objetivos específicos.

Caracterizar socioeconómica y ambientalmente las familias y los sistemas productivos de maíz y frijol (*Zea mays* y *Phaseolus vulgaris*) en el municipio San Simón, departamento de Morazán, El Salvador.

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

Analizar el proceso de adopción de las prácticas de conservación de Agua y Suelo para la Agricultura aplicado a los sistemas productivos maíz y frijol (*Zea mays* y *Phaseolus vulgaris*) en los agricultores del municipio San Simón, departamento de Morazán, El Salvador.

Analizar mediante la metodología MESMIS la sostenibilidad de los sistemas de producción de maíz y frijol (*Zea mays* y *Phaseolus vulgaris*) de los productores que adoptan las prácticas de conservación de suelo y agua.

IV. Hipótesis.

Las prácticas de conservación de suelo y agua para la Agricultura que se han implementado dentro del programa son aceptadas y adoptadas por los productores.

Los sistemas de producción de maíz (*Zea mays*) y frijol (*Phaseolus vulgaris*) con tecnologías de conservación de Suelo y Agua implementados por los productores presentan un nivel de sostenibilidad superior en comparación al sistema tradicional.

V. Marco Teórico Conceptual.

5.1 Situación de los suelos en El Salvador.

En América Latina y el Caribe el suelo es un recurso esencial para cubrir las necesidades de una población de rápido crecimiento, la degradación del suelo afecta la regulación del clima y también implica la pérdida de biodiversidad y resiliencia del suelo (FAO, 2016). La degradación de las tierras especialmente la erosión en zonas de ladera es un problema grave que está avanzando rápidamente y amenaza la productividad agrícola y la sostenibilidad ambiental de muchas cuencas hidrográficas (José Restrepo *et al*, 2000).

El Salvador tiene una dinámica de uso del suelo relacionada más con los cambios que con la expansión, por haber agotado su frontera agrícola desde mediados del siglo XX. Se reemplazan suelos con un mayor potencial para la producción de alimentos por cultivos con mayor rentabilidad, con sistemas de producción y prácticas fuertemente excluyentes y ambientalmente degradantes. (PRISMA, 2017).

Los suelos de las laderas no son aptos para el cultivo intensivo, sin embargo, en El Salvador se producen la mayor parte de los granos básicos en estas condiciones. Por lo tanto, las inversiones requeridas deben tener como meta la introducción masiva de técnicas para la conservación de suelos, prácticas agrícolas ecológicamente sólidas y prácticas tendientes a regenerar la cobertura vegetal (PRISMA, 2017b).

El uso sustentable del recurso suelo tiene una importancia fundamental para el mejoramiento de la calidad de vida de los agricultores, en particular aquellos ubicados en zonas frágiles de laderas (José Restrepo *et al*, 2000).

5.2 Cambio climático y su impacto en el agua y la vulnerabilidad agrícola.

En Centroamérica existe una zona más árida que el resto, el denominado Corredor Seco, constituido por un grupo de ecosistemas que se combinan en la ecorregión del bosque tropical

seco con unas condiciones biofísicas y de temperatura, evapotranspiración y precipitación particulares; el Corredor Seco abarca regiones de todos los países centroamericanos, pero su mayor porción territorial está ubicada en la vertiente del océano Pacífico; las sequías se asocian con procesos de degradación ambiental que combinados con las condiciones climáticas adversas, incrementan su recurrencia, sequedad y hacen del Corredor Seco una de las zonas de mayor vulnerabilidad ambiental en toda la región (MARN, 2017 & PRISMA, 2017b).

Las proyecciones de la CEPAL para Centroamérica con una tendencia actual al año 2100 prevén reducciones en la disponibilidad de agua entre un 35% y 63%, siendo El Salvador el país con mayor impacto (50%-82%); mientras que las variaciones de temperatura incidirán negativamente en la producción agrícola (entre 7% y 11%), principalmente de granos básicos, con implicaciones directas para la seguridad alimentaria de la región (CEPAL, 2010). En los países centroamericanos, El Salvador, Guatemala, Honduras y Nicaragua más de 1 millón de familias de pequeños productores dependen del cultivo del maíz o el frijol para su subsistencia. El sistema de producción de maíz/frijol, que se remonta a la época precolombina, es la base de la dieta centroamericana y es parte integral de la cultura regional (CRS *et al*, 2012).

Dados los diferentes escenarios climáticos para la región centroamericana, la variación de temperatura oscilaría entre 1.5 °C a 4 °C, y la precipitación disminuiría entre un 10 y 30% para el 2100, Además, los efectos de El Niño se intensificarían por incremento de la temperatura, lo que tendrá un impacto directo en la producción agrícola. Se prevé que para el año 2100 los rendimientos agrícolas se reduzcan entre el 12 al 50% (IICA, 2014).

La variabilidad y el cambio climático en El Salvador se expresan en la tendencia hacia el aumento de la temperatura (0.4°C - 2.2°C), la ocurrencia con mayor frecuencia e intensidad de eventos extremos asociados al exceso de lluvia y el incremento de las sequías. De la regularidad de estos ciclos depende gran medida la producción agrícola, especialmente de granos básicos (maíz, frijol), indispensables para la seguridad alimentaria de la población (PRISMA, 2017a).

La producción agropecuaria depende directamente de los servicios del ecosistema, principalmente agua y fertilidad del suelo y estos últimos son altamente sensibles al cambio climático. Un incremento en la temperatura significa una mayor evapotranspiración en los cultivos y también una menor cantidad de agua disponible en el suelo (MARN 2019).

(Eitzinger *et al*, 2013) menciona que, en Honduras y El Salvador, se prevé que los rendimientos del maíz en todas las áreas productoras actuales disminuirán para el 2025. En El Salvador, las pérdidas anuales podrían llegar a 136,000 toneladas, con un valor cercano a los USD 45 millones. Alrededor de un millón de familias de pequeños agricultores siembran frijol y maíz en Centroamérica con bajos rendimientos (1.5 t/ha para maíz y 0.7 t/ha para frijol) en 2.5 millones de hectáreas. Adicionalmente, dentro del mismo país existen zonas de mayor riesgo para la producción tales como los departamentos de Cuscatlán, La Unión, San Miguel y Santa Ana.

5.3 El enfoque de la agricultura convencional y su impacto en el ambiente.

Las transformaciones agrícolas que tuvieron lugar a finales del siglo XX se basaron en la intensificación a gran escala utilizando grandes cantidades de insumos. En muchos países, este planteamiento ha tenido graves consecuencias ambientales, como la deforestación masiva, el agotamiento del suelo y el agua, y niveles elevados de emisiones de gases de efecto invernadero (FAO, 2017).

A partir de los años cincuenta se intensificó la producción debido a la revolución verde y se impusieron los monocultivos sobre los cultivos tradicionales variados; al ser ecosistemas no naturales y administrados por el ser humano, su resiliencia y adaptación depende de insumos externos, no basados en la biodiversidad, siendo más vulnerables a plagas y eventos climatológicos externos. Su productividad se verá disminuida debido a los aumentos de temperatura, el lavado de nutrientes y las sequías. Este tipo de ecosistemas soportan la alimentación mundial, por lo que su vulnerabilidad al cambio climático implica severos riesgos a la seguridad alimentaria (García, 2011).

Según (CEPAL *et al*, 2019) se requieren nuevos modelos productivos los cuales deben de tomar en cuenta la urgente necesidad de revertir las tendencias de degradación, para lo cual deben realizarse cambios en las dinámicas de gestión de los suelos, el agua, los bosques y los agroecosistemas que permitan incrementar la fertilidad de los suelos, reducir la erosión, aumentar la biodiversidad, favorecer la retención de agua y evitar la deforestación.

5.4 Agricultura de secano.

Según (Rockström *et al*, 2007) La agricultura de secano cubre la mayor parte de las tierras de cultivo del mundo (80%) y produce la mayoría de los granos de cereales del mundo (más del 60%), generando medios de vida en las zonas rurales y la producción de alimentos para las ciudades; sin embargo, el rendimiento de los cultivos en los sistemas de agricultura de secano es muy bajo, especialmente entre pequeños agricultores del trópico, y en consecuencia también lo es la productividad del agua. Esto brinda importantes oportunidades para producir más alimentos con menos agua. En muchas tierras de secano la disponibilidad de nutrientes del suelo tiende a ser escasa, y la pendiente de los terrenos y los regímenes de precipitación y escorrentía contribuyen a la erosión (FAO, 2011).

Más del 85 % de la agricultura salvadoreña es de secano y está regido por la ocurrencia de las lluvias, de mayo a octubre. Sin embargo, la época de lluvias presenta varios períodos de reducción de lluvias, que en muchos casos pueden causar déficit hídrico en los cultivos, lo cual disminuye sus rendimientos y en consecuencia, los niveles de rentabilidad para los productores (MARN, 2019).

La productividad de la tierra es generalmente baja en los cultivos de secano, debido a la escasa fertilidad de este tipo de terrenos, el grave agotamiento de los nutrientes, la mala estructura del suelo y el uso de prácticas inapropiadas de gestión del suelo, las técnicas de gestión sostenible de la tierra y el agua pueden aumentar la productividad mediante una gestión integrada de la fertilidad del suelo en aquellos lugares con un régimen de precipitaciones previsible (FAO, 2011).

Entre 2014 y 2015 las pérdidas en agricultura producto de las lluvias deficitarias ascendieron a más de \$140 Millones de dólares. En 2018, la sequía meteorológica alcanzó 40 días secos consecutivos, el máximo número de días secos históricamente registrado, siendo claro esto para la zona costera y el oriente de El Salvador (MARN, 2019).

La gestión del agua en la agricultura de secano tiene mucho potencial para aumentar la producción alimentaria y disminuir la pobreza, así como prestar los servicios del ecosistema. La agricultura de secano se optimiza mejorando la conservación de la humedad del suelo perfeccionar la gestión del agua de lluvia y de la humedad del suelo es fundamental para mejorar la situación de la mayor parte de la población que vive en condiciones de pobreza (Earthscan & Colombo, 2007).

La vulnerabilidad de la agricultura de secano frente al cambio climático puede reducirse con el buen manejo del agua verde mediante la recolección y el almacenamiento de más agua de lluvia y el manejo del suelo para retener más humedad. El lugar más conveniente para almacenar agua es en el suelo, donde la mayor parte de ella está protegida de la evaporación y donde puede ser redirigida a las plantas para producción (Burpee *et al*, 2015).

5.5 Productividad del agua.

La precipitación pluvial se considera la principal fuente de agua con que cuenta el país. Por ello, el mantenimiento de las condiciones que garanticen su regulación y aprovechamiento es fundamental (PRISMA, 2001). El agotamiento de la frontera agrícola y los alcances de la degradación de recursos críticos como el suelo y el agua, resaltan la importancia del manejo de dichos recursos en la agricultura y la ganadería, que representan el mayor uso del suelo en el país (PRISMA, 2017b).

La productividad del agua se define como la proporción de beneficios netos obtenidos de los cultivos, la silvicultura, la pesca, la ganadería y los sistemas agrícolas mixtos en relación con la

cantidad de agua requerida para producir dichos beneficios. En su más amplio sentido, refleja el objetivo de producir más comida, ingresos, medios de vida y beneficios ecológicos con un menor costo social y ambiental por unidad de agua utilizada, donde el uso de los recursos hídricos implica ya sea agua suministrada para el uso o bien agua agotada por el uso (Steduto *et al*, 2007).

Existen varias estrategias de gestión del agua de lluvia para mejorar el rendimiento de los cultivos y la productividad del agua verde; entre estas estrategias se apunta a maximizar la disponibilidad de agua de la planta en la zona de la raíz (maximizando el recurso de agua verde) a través de prácticas que reducen la escorrentía superficial (flujo de agua azul) y maximizar la capacidad de absorción de agua de la planta, lo que implica el manejo de cultivos y suelos a través de prácticas que aumentan la absorción de agua de la raíz (Rockström *et al*, 2007).

Partiendo de la experiencia de GWI y ProSuelos, CRS pone énfasis en los suelos teniendo en cuenta los conceptos de agua verde y agua azul, donde el agua verde represente el agua que se encuentra en los suelos y las plantas, y el agua azul se refiere al agua que se encuentra en arroyos, lagos y mantos acuíferos. (CRS *et al*, 2015).

5.6 Sistemas de producción agrícolas.

Según Bertalanffy (1986) Sistema es un conjunto de unidades recíprocamente relacionadas, conformado por componentes con estructuras y funciones determinadas con entrada (insumos) y salidas (productos) definidas hacia un fin establecido. La sostenibilidad de los sistemas de producción agrícola se refiere a la capacidad del sistema para mantener su productividad a pesar de las perturbaciones económicas y naturales, externas o internas. (Martínez, 2009).

Los sistemas agrícolas son un subconjunto de los sistemas ecológicos. Son sistemas ecológicos porque tienen por lo menos un componente vivo (Spedding 1975). Los sistemas agrícolas convencionales son sistemas de producción agrícola, donde la mayoría no considera ninguna

diversificación y en su mayoría solo tienen un componente de cultivo, donde hay usos de agroquímicos (Altieri y Nicholls, 2007).

5.7 Descripción del Programa Agua y Suelo para la Agricultura (ASA).

El Programa Agua y Suelo para la Agricultura (ASA) como una estrategia para hacer cambios fundamentales en el sector de la agricultura en Centroamérica, dando prioridad a las inversiones en los sistemas de agricultura de secano y la promoción de estrategias de agua verde; ASA se enfoca en la revitalización de la agricultura de secano para pequeños productores de Mesoamérica abogando por políticas, inversiones y programas en pro de la agricultura basado en un abordaje de manejo de suelos y agua (en inglés se refiere al “watersmart agriculture”). CRS define el abordaje de ASA como un conjunto de principios y prácticas que aumentan la productividad de las cosechas y la seguridad hídrica mejorando la gestión de suelos, recursos hídricos y cultivos. (CRS *et al*, 2015).

Los principales componentes del abordaje del programa desde la agricultura de ASA incluyen:

- 1) Agricultura de conservación.
- 2) Agroforestería.
- 3) Gestión Integrada de Fertilidad del Suelo (GIFS).
- 4) Variedades e insumos mejorados.

5.8 Agricultura de conservación.

Como la agricultura depende en gran medida de los servicios proporcionados por los ecosistemas, una agricultura sostenible debe reducir al mínimo los impactos ambientales negativos y, simultáneamente, optimizar la producción protegiendo, conservando y mejorando los recursos naturales y utilizándolos en forma eficiente (FAO, 2015).

Los agricultores deberán reducir la utilización de recursos en la agricultura sin poner en peligro el rendimiento, desarrollar sistemas agrícolas más productivos y sostenibles para satisfacer la creciente demanda de alimentos (FAO, 2017). La agroecología contribuye a crear agroecosistemas más estables y resilientes, que se reflejan finalmente en una mayor estabilidad

de los rendimientos. El alineamiento de los principios y conceptos de la agroecología con la sostenibilidad de los sistemas productivos y alimentarios (CEPAL *et al.* 2019).

Basados en estas evidencias, diversos expertos han sugerido que el rescate de los sistemas tradicionales de manejo, en combinación con el uso de estrategias agroecológicas, puede representar la única ruta viable y sólida para desarrollar nuevos sistemas agrícolas que incrementen la productividad, la sostenibilidad y la resiliencia de la producción agrícola en un mundo de clima cambiante (Altieri & Nicholls, 2018).

Burpee *et al* (2015) menciona que los principios de la agricultura de conservación abarca una gama de sistemas agrícolas modificados para las condiciones locales y sigue a tres prácticas básicas: 1. Hay poca o ninguna perturbación del suelo debido a la siembra de cultivos o el arado; a menudo es llamado labranza mínima o cero labranza, 2. La cobertura del suelo durante todo el año protege al suelo con vegetación, ya sea rastrojo o un cultivo de cobertura., 3. Los cultivos son rotados y alternados entre un cultivo de grano como maíz, sorgo y un cultivo de leguminosas como frijol común (*Phaseolus vulgaris*).

Según (Altieri, 1999) En términos prácticos, la aplicación de los principios agroecológicos se ha traducido en cientos de programas de ONG's que ponen énfasis en mejorar la producción de los alimentos básicos, abarcando los cultivos tradicionales de éstos y la conservación del germoplasma nativo del cultivo, recuperar y reevaluar la tecnología y el conocimiento del campesino, promover el uso eficaz de los recursos locales (tierra, mano de obra, subproductos agrícolas, etc.), aumentar la diversidad de cultivos y animales mediante los policultivos, los sistemas agroforestales, los predios integrados de cultivo-ganado, para reducir al mínimo los riesgos, mejorar la base de los recursos naturales a través de las prácticas de regeneración y conservación del suelo y del agua, reducir el uso de insumos químicos externos mediante el desarrollo de pruebas e implementación de técnicas de agricultura orgánica y otras de bajos insumos.

Cuadro 1. Estrategias tecnológicas para mejorar el uso sustentable del suelo.

Estrategia.	Opciones tecnológicas.
Mejorar estructura del suelo.	Cultivos de cobertura mulch, labranza de conservación, terrazas, agroforestería.
Elevar contenido de materia orgánica.	Aplicación de estiércol, desechos orgánicos, abonos verdes y labranza de conservación.
Reducir compactación.	Tracción animal, labranza mínima, uso de eco-arados.
Mejorar reciclaje de nutrientes.	Aplicación de materia orgánica, agroforestería, cultivos múltiples, integración animal.
Manejar la acidez del suelo.	Uso de variedades tolerantes, aplicación de cal, adición de materia orgánica y enmiendas.
Manejo de salinidad.	Riesgos especiales para mejorar lixiviación de sales, aplicación de enmiendas, uso de cultivos apropiados.
Mejorar fertilidad.	Activación biológica del suelo, reciclar desechos orgánicos, integración animal, abonos verdes.

Fuente: (Altieri & Nicholls, 2000).

5.9 Prácticas agronómicas para la conservación de suelos y la gestión de agua.

Se enfocan en proteger la superficie del suelo (reduciendo la erosión y la escorrentía del agua) e incrementar el contenido de materia orgánica del suelo. Estas medidas ayudan a mejorar la infiltración del agua y su retención, así como la disponibilidad de nutrientes para las plantas, lo cual resulta en rendimientos de cultivos más altos y por lo tanto en una mayor productividad del agua. Dichas prácticas contribuyen a la rehabilitación de suelos y a la mejora de las propiedades biológicas, físicas y químicas del suelo (salud del suelo). Todas las prácticas agronómicas identificadas alcanzan su máximo potencial para mejorar la productividad del agua únicamente cuando se repiten a lo largo de diferentes períodos de producción (GWI & Moss, 2014).

5.9.1 La no quema y gestión de los residuos de cultivos.

El segundo pilar de la agricultura sostenible en Centroamérica es la cobertura de suelos/gestión de residuos de cultivos (rastrajos). La cobertura de suelos reduce las pérdidas de agua del suelo por evaporación al actuar como una capa aislante. Esto disminuye la temperatura en la superficie del suelo y elimina el efecto de resequedad como resultado del viento (GWI & Moss, 2014).

La cobertura, tanto por residuos como por cultivos protege el suelo contra radiación solar, lluvias y vientos y temperaturas extremas, alimenta a la vida del suelo y contribuye el carbono para el secuestro del mismo en el suelo; para la parte protectora es importante que los residuos de cultivos permanezcan en la superficie y que no se descompongan demasiado rápido. Por lo tanto, muchas veces no es recomendado picar rastrajos, sino dejarlos en forma entera (FAO, 2018).

5.9.2 Labranza de conservación.

La labranza de conservación consiste en dejar esparcidos sobre el terreno, el 100% de los rastrajos de los cultivos la función principal es disminuir la vulnerabilidad del suelo a la erosión, asimismo ayuda a mantener la materia orgánica, protege los insectos y microorganismos benéficos del suelo como las lombrices, bacterias nitrificantes y fijadoras de nitrógeno que participan en los procesos de formación de materia orgánica, lo que ayuda a incrementar la fertilidad de los suelos; mejorar su capacidad para retención e infiltración de agua haciendo menos vulnerables los cultivos en épocas de canículas o sequía; además mejora la porosidad del suelo permitiendo una mejor aireación y desarrollo de las raíces y de los cultivos (CENTA, 2018).

5.9.3 La densidad de siembra /arreglos espaciales.

En zonas donde la lluvia es poca o los suelos degradados o arenosos tienen poca capacidad de retención de agua, los agricultores pueden espaciar las semillas con más distancia entre ellas para mejorar la productividad del agua y evitar la competencia por los escasos recursos hídricos, El ajuste de la densidad de siembra es una manera fácil para maximizar la productividad del

agua, pero la densidad óptima variará dependiendo de la localidad, el suelo y el cultivo. (Burpee *et al*, 2015).

5.9.4 Gestión Integral de la fertilidad del suelo.

La Gestión Integrada de Fertilidad del Suelo (GIFS) es un conjunto de prácticas que maximizan la eficiencia del uso de los nutrientes y el agua, y la mejora sostenible de la productividad agrícola. GIFS busca de manera explícita combinar el uso de fertilizantes minerales y enmiendas del suelo con prácticas de gestión de suelo que optimizan la absorción de nutrientes. Esto incluye prácticas para conservar suelo y agua y aumentar el nivel de materia orgánica en el suelo (CRS *et al*, 2015).

El marco de las 4 Rs en el manejo de la nutrición vegetal implica la aplicación de la fuente correcta, dosis, el momento y lugar correcto en los cultivos además se integran con las prácticas agronómicas a nivel de finca contribuyen a lograr un mayor desarrollo económico, social y ambiental en forma sostenible, además de estar influenciadas por otras prácticas agronómicas (población, cultivo, labranza, manejo de plagas) y las prácticas de conservación (terrazas, cultivos en fajas, derivaciones de agua) (IPNI 2009).

La gestión integrada de la fertilidad del suelo, junto con la captación y almacenamiento del agua de lluvia y la conservación del suelo y el agua en laderas, podría mejorar los rendimientos del secano. en lo que respecta a los ciclos del nitrógeno y del carbono, estas prácticas pueden mejorar también la captación del carbono y reducir las emisiones de GEI (GWI & Moss, 2014).

Hartfield *et al*. (2001) estima que el uso eficiente del agua puede incrementarse entre el 15-25% mediante el adecuado manejo de nutrientes. La condición de los nutrientes de una planta tiene un efecto indirecto sobre la eficiencia del uso del agua a través de la eficiencia fisiológica de la planta. Un estado óptimo en cuanto a nutrientes garantiza un mayor resultado de biomasa por unidad de agua utilizada. Los autores encontraron que, mediante la gestión de suelos, el uso eficiente de agua puede incrementarse entre 25-40%.

El encalado mejora la respuesta a la aplicación de fertilizantes en suelos ácidos. Esto se debe fundamentalmente a las mejores condiciones físicas y químicas que el suelo adquiere después de la aplicación de la cal, produciéndose un mejor ambiente para el desarrollo radicular, una mejor exploración del suelo permite que la planta absorba los nutrientes de los fertilizantes aplicados al suelo incrementando los rendimientos del cultivo y la eficiencia de los fertilizantes (Espinosa & Molina, 1999).

5.9.5 Rotación de cultivos.

Los cultivos se rotan, generalmente, por razones económicas y del manejo de los nutrientes; La rotación también puede usarse como método para controlar insectos, malezas y enfermedades de las plantas (José Restrepo *et al*, 2000); Durante muchas décadas la siembra intercalada de cultivos de cobertura de leguminosas dentro de cultivos de granos pequeños ha sido una práctica agrícola estandarizada, esta práctica constituye una forma eficiente y de bajo costo para establecer la rotación (Altieri, 1999).

5.10 Prácticas vegetativas para la conservación de suelos y la gestión de agua.

Estas medidas involucran la siembra deliberada de árboles, arbustos y pastos, o la conservación de áreas naturales de vegetación (por ejemplo, reforestación, barreras vivas y franjas naturales de vegetación) que tienen una mayor duración y pueden ayudar a cambiar el perfil de la ladera. Tienden a estar ubicadas en el contorno o bien en ángulos rectos hacia la dirección del viento y espaciadas según la inclinación de la pendiente (GWI & Moss, 2014).

5.10.1 Siembra de cultivos de cobertura.

Según (Pound, 1999) define una cobertura vegetal viva aquella que cubre el suelo y que es temporal o permanente, el cual está cultivado en asociación con otras plantas (intercalado, en relevo o en rotación, en regiones semiáridas, los cultivos de cobertura pueden jugar un rol importante en la conservación del agua y el control de la erosión eólica. Frecuentemente son establecidos durante la época lluviosa conjuntamente con el cultivo principal, por ejemplo, maíz

o sorgo especies tolerantes a la sequía, tales como *Canavalia ensiformis*, proporcionan cobertura al suelo por dos a tres meses después de que las lluvias han cesado, de otra forma el suelo permanecería desnudo hasta la próxima temporada de cultivo. Los cultivos de cobertura sirven para manejar la fertilidad del suelo, la calidad de la tierra, agua, malezas, plagas, enfermedades, biodiversidad y vida salvaje dentro de un agroecosistema (Lu *et al*, 2000).

Abonos verdes bajo este concepto se agrupan todas las plantas o cultivos que se emplean para cubrir y dar protección al suelo de la erosión; también favorecen el aporte de nitrógeno al incrementar la actividad microbiana y solubilizar muchos nutrientes minerales del suelo (José Restrepo *et al*, 2000). Los más conocidos son maní forrajero (*Arachis pintoi*), frijol de abono mucuna (*Mucuna deeringianum*), Canavalia (*Canavalia ensiformis*), vigna (*Vigna spp.*), dolichos (*Dolichus lablab*) y algunas especies arbustivas y arbóreas como el gandul (*Cajanus cajan*), madrecaao (*Gliricidia sepium*) y pito (*Erythrina sp.*), crotalaria (*Crotalaria juncae*), se puede asociar con cultivos anuales o perennes, mantienen la humedad del suelo, mejora la fertilidad del suelo, son económicas y de fácil adopción por parte de los productores (CENTA, 2018).

5.10.2 Siembra de cultivos en asocio.

El sistema de producción de maíz/frijol en Centroamérica se ha desarrollado como un sistema de relevo intercalado para que coincida con las condiciones climáticas y agroecológicas de la región, el maíz se planta ante todo en la primera siembra, y se cosecha en septiembre/octubre, la primera es seguida por un breve período seco entre julio y agosto, conocido localmente como la canícula, después de la canícula viene una segunda temporada de lluvias, llamada postrera, que dura desde principios de septiembre a noviembre, el frijol se siembra entre las matas de maíz ya maduro, el frijol se cosecha al final de la postrera (CRS *et al*, 2012).

Los incrementos de rendimientos se derivan de ciertos cambios en los diseños y ordenamientos espaciales y temporales de los sistemas de cultivo, como es el caso de los policultivos universalmente utilizados por los campesinos, los cultivos intercalados reducen malezas, plagas y enfermedades, mejoran la calidad del suelo y hacen más eficiente el uso del agua y nutrientes,

incrementan la productividad de la tierra y reducen la variabilidad de rendimientos. (Altieri & Nicholls, 2000).

5.10.3 Agroforestería.

Los sistemas agroforestales de árboles dispersos tienen por característica su alta riqueza de especies, su abundancia y una diversidad de arreglos que difiere en cada zona. Son considerados de uso múltiple al proveer madera, frutales, cultivos, sombra, leña, postes, follaje para el ganado o biomasa para incorporación al suelo. De esta manera, se obtiene producción forestal o frutal y agrícola en la misma área (Limongi & Jimmy, 2002).

Los árboles generalmente se regeneran en forma natural y presentan en bajas densidades dentro de los campos de cultivos o en los bordes. Su arreglo no obedece a un esquema rígido, sino que está en función del espacio disponible, el gusto del productor, la forma de la parcela, la distribución de los suelos, las fuentes de agua y las pendientes (Limongi & Jimmy, 2002).

5.11 Efecto de las prácticas de agricultura de conservación en los rendimientos productivos en granos básicos.

Ibrahím *et al* (2015) plantea que prácticas sostenibles como el uso de inoculantes de cultivos, manejo de coberturas, buenas prácticas agrícolas y obras para la conservación de suelos, da como resultado un incremento en la producción de los cultivos como maíz y frijol y al mismo tiempo, reducir los procesos de degradación del suelo, mejorando el nivel de vida de los productores y contribuir a la restauración del medio ambiente, el uso de microorganismos eficientes y de mejores prácticas de manejo de suelo resulto en el incremento de la producción en más del 20%.

El estudio de Florentín *et al* (2013) demuestra que sembrado manual sobre una cobertura vegetal muerta preparada a partir de abonos verdes y restos de cultivos, sin la preparación tradicional del suelo con arado, es donde se registran los mayores rendimientos de granos de maíz, obteniendo en este sistema determinado como labranza mínima con abono verde, rendimientos

de 3,702 kg/ha, por lo contrario a la siembra directa sin abono verde el cual es de 2,349 kg/ha, según estos mismos autores este tratamiento arroja diferencias estadísticamente superiores con respecto a los sistemas de labranza convencional y labranza mínima sin abonos verdes en los cuales los sistemas productivos cuentan con 9 años de manejo.

5.12 Estudios de adopción de tecnologías de agricultura sostenible.

CIMMYT (1997) la adopción es la acción de recibir, haciéndolos propios, pareceres, métodos, doctrinas, ideologías, modas, etc., que han sido creados por otras personas o comunidades y se mide según el tiempo que tengan los agricultores de aplicar una tecnología, a través de diferentes métodos, uno de los cuales es el estudio de adopción.

PASOLAC (2006) el estudio de adopción de tecnologías de Manejo Sostenible de Suelos y Agua (MSSA) es una herramienta de carácter socioeconómico, que se usa para conocer qué cantidad de productores y/o productoras de una comunidad o una zona determinada, aplican, mantienen o han abandonado las tecnologías de MSSA, que han sido promovidas por una entidad determinada, durante un período no menor de tres años. Además, el estudio debe identificar y analizar los factores (patrones) que influyen en la decisión de los productores(as) de adoptar o rechazar determinada tecnología.

Los gobiernos y los organismos donadores patrocinan proyectos de desarrollo rural en los que desempeña una importante función la introducción de tecnologías nuevas. Pese a que esos proyectos pueden implicar una gran inversión de fondos, en su diseño rara vez se tiene en cuenta la capacidad de monitorear el progreso es importante observar el grado en que los participantes en el proyecto realmente modifican sus prácticas de labranza e identificar cualquier problema que se haya presentado.(CIMMIT, 1993).

5.13 Índice de aceptabilidad (Ía).

Uno de los índices de los más usados para medir el nivel de aceptación o disponibilidad la aceptabilidad de una tecnología por partes de los agricultores participantes en la investigación

participativa es el Índice de Aceptabilidad (Hildebrand & Poey, 1989).

El índice de aceptabilidad \hat{I}_a es una herramienta sencilla de seguimiento a las actividades de transferencia. Se trata de constatar el efecto de las actividades de transferencia, sean estas parcelas demostrativas, días de campo y giras o campañas temáticas. El \hat{I}_a permite conocer los efectos positivos y eventuales desventajas de las prácticas y las tecnologías promovidas mediante las referidas actividades de transferencia. También nos da una idea sobre la aceptación inicial de una práctica promovida a nivel de los productores/as. (PASOLAC, 1999).

El Índice combina dos indicadores: i) Un indicador de la extensión o alcance de la innovación (C), computado como la proporción de agricultores colaboradores que usan la innovación después de haber finalizado el proyecto y ii) Un indicador de la intensidad de uso de la innovación (A), computado como la proporción de área o producción total afectada por la innovación.

$$\hat{I}_a = \left\{ \frac{\text{Productores que usan tecnología}}{\text{Productores totales}} \times 100 \right\} \times \left\{ \frac{\text{Áreas que se usa la tecnología}}{\text{Áreas totales}} \times 100 \right\} / 100$$

5.14 Índice de adopción (ÍAC).

El ajuste en la utilización de la fórmula del Índice de Adopción Continuo de PASOLAC (IAC), consiste en ser calculado comparando los datos obtenidos de los productores que utilizaron la tecnología en el primer año (año base), enfocándola como la aceptación gradual y consecutiva de la tecnología, al transcurrir cinco años o más de ser utilizada (CENTA, 2018).

La fórmula del índice de adopción es la siguiente:

$$\hat{I}_{AC} = \left\{ \frac{\text{Productores (Año 5)}}{\text{Productores (Año 1)}} \times 100 \right\} \times \left\{ \frac{\text{Áreas (Año 5)}}{\text{Áreas (Año 1)}} \times 100 \right\} / 100$$

5.15 Evaluación de los sistemas agroalimentarios.

Uno de los mayores retos que enfrenta la discusión sobre desarrollo sustentable y particularmente la que se refiere a la agricultura sustentable es diseñar marcos operativos que permitan evaluar de manera tangible la sustentabilidad de diferentes proyectos, tecnologías, o agroecosistemas, en el contexto de la agricultura campesina la sustentabilidad significa poder lograr sistemas de manejo de los recursos naturales que sean productivos, estables, adaptables, confiables y resilientes, que distribuyan sus costos y beneficios de manera equitativa y generen procesos autogestión y autonómicos entre los beneficiarios (Masera, *et al*, 1999).

Dentro del contexto agropecuario y forestal, es especialmente urgente integrar el concepto de sustentabilidad en el proceso de diseño, adopción y difusión de los sistemas productivos y en las estrategias de manejo de los recursos naturales. Para lograr este objetivo es el desarrollo de metodologías de evaluación que muestren explícitamente las ventajas y desventajas ambientales, sociales, económicas y culturales de las diferentes estrategias y sistemas de manejo, integrándolas en un marco de análisis común (Masera & López-Ridaura, 2005).

5.16 El Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo Incorporando Indicadores de Sostenibilidad (MESMIS).

Masera & López-Ridaura (2005) proponen una evaluación de sustentabilidad comparando uno o más sistemas alternativos con un sistema de referencia, ya sea de manera transversal o longitudinal. El sistema de referencia representa el esquema técnico y social más comúnmente practicado en la región. El sistema de manejo alternativo es aquél en el que se han incorporado innovaciones tecnológicas o sociales con respecto al sistema de referencia.

Los objetivos principales que persigue el marco MESMIS son ayudar a evaluar la sostenibilidad de sistemas de manejo de recursos naturales, haciendo énfasis en el contexto de los productores campesinos y en el ámbito local, desde la parcela hasta la comunidad, brindando una reflexión crítica destinada a mejorar las posibilidades de éxito de las propuestas de sistemas de manejo alternativos y de los propios proyectos involucrados en la evaluación (Masera *et al*, 1999) señalan que en el MESMIS se proponen siete atributos básicos de sustentabilidad:

- Productividad, es la capacidad del agroecosistema para brindar el nivel requerido de bienes y servicios.
- Estabilidad, con este término nos referimos a la propiedad del sistema de tener un estado de equilibrio dinámico estable.
- Resiliencia, es la capacidad del sistema de retornar al estado de equilibrio o mantener el potencial productivo después de sufrir perturbaciones graves.
- Confiabilidad, se refiere a la capacidad del sistema de mantener su productividad o beneficios deseados en niveles cercanos al equilibrio, ante perturbaciones normales del ambiente.
- Adaptabilidad (flexibilidad), es la capacidad del sistema de encontrar nuevos niveles de equilibrio, es decir, de continuar siendo productivo o, de modo más general, brindando beneficios, ante cambios de largo plazo en el ambiente.
- Equidad, es la capacidad del sistema para distribuir de manera justa, tanto intra como Inter generacionalmente, los beneficios y costos relacionados con el manejo de los recursos naturales.
- Autogestión o autosuficiencia, es la capacidad del sistema de regular y controlar sus interacciones con el exterior.

Astier & Hollands (2005) mencionan que la evaluación comienza con la definición y caracterización del sistema(s) como primer paso hasta llegar a la integración de los indicadores y la elaboración de conclusiones y recomendaciones:

1. Caracterización del sistema de manejo (definir los sistemas de manejo a evaluar, sus límites, subsistemas y flujos internos y externos de materia y energía).
2. Determinación de los puntos críticos (fortalezas y debilidades del sistema).
3. Selección de indicadores (determinar los criterios de diagnóstico y selección de indicadores estratégicos).
4. Medición y monitoreo de indicadores (diseño de herramientas o instrumentos de análisis y obtención de la información deseada).
5. Presentación e integración de resultados (comparar la sustentabilidad de los sistemas de manejo analizados indicando sus principales obstáculos y aspectos que los fortalecen).
6. Conclusiones y recomendaciones (síntesis del análisis y elaboración de sugerencias para fortalecer la sustentabilidad de los sistemas de manejo y el proceso de evaluación).

De esta forma se obtiene una figura geométrica específica o AMEBA, dada su similitud con este protozoo) para cada sistema. El diagrama muestra de manera cualitativa qué nivel de cobertura del objetivo deseado se tiene para cada indicador. Esto permite una comparación sencilla y gráfica de las bondades y limitaciones de los sistemas de manejo que se están evaluando (Maserá & López-Ridaura, 2005).

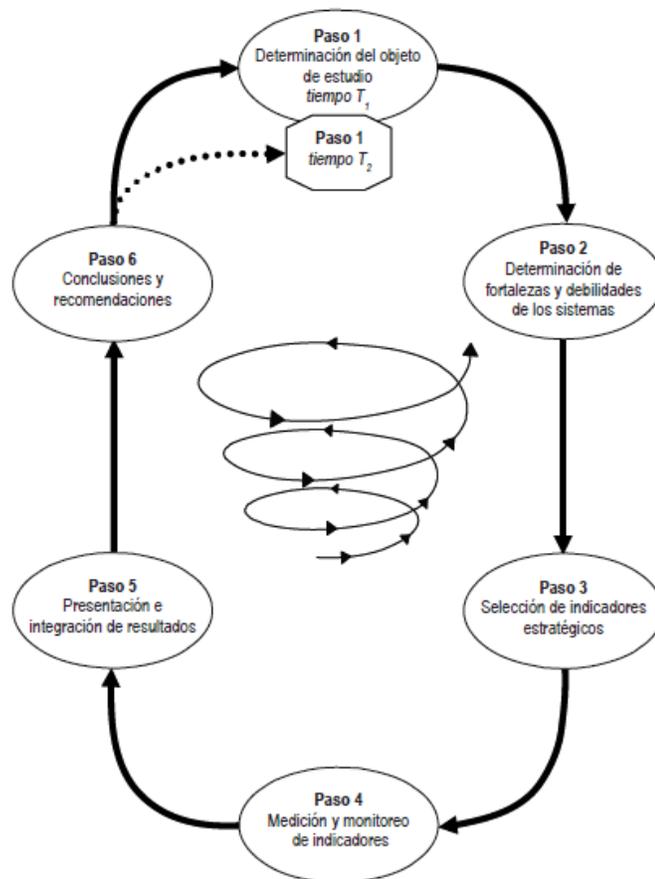


Figura 1. El ciclo de evaluación en el MESMIS (Maserá *et al*, 1999).

5.17 Evaluaciones de sostenibilidad en agroecosistemas campesinos.

Aguilar-Jiménez *et al* (2011) evaluó la sostenibilidad de los agroecosistemas tradicionales y alternativos de producción de maíz en tres Ejidos de la Región Selva de Chiapas, mediante la aplicación del enfoque agroecológico (MESMIS). El estudio se realizó en dos ciclos agrícolas: milpa y tunalmil. En el primero se evaluaron los sistemas de roza-tumba-quema (R-T-Q), sin

quema y en sucesión de nescafé (*Mucuna deeringiana* B.). En el segundo ciclo se analizaron tres sistemas sin quema con diferentes periodos de nescafé (*Mucuna deeringiana* B.), y se modificó la densidad poblacional para analizar su efecto sobre la producción. La sostenibilidad integral de los sistemas de producción de maíz analizados mejora con la supresión de la quema, y se incrementa en mayor medida con el nescafé. La integración de los indicadores estratégicos indicó un mayor grado de sostenibilidad por parte de los sistemas alternativos, sin quema y con modificación de la densidad poblacional.

Ayala Ortiz & Guerrero García Rojas (2009) evalúan la aplicación de un método propio para estimar algunos aspectos de la sustentabilidad de la práctica agrícola campesina, tomando como sitio de estudio a la región de la Meseta Purépecha, en el oeste de México. Se hace un análisis comparativo entre comunidades campesinas indígenas y no indígenas, los resultados señalan que pese a encontrarse cercanas y relacionadas, las comunidades indígenas observan prácticas agrícolas más sustentables que las no indígenas, a un grado de diferencia estadísticamente significativa.

Sánchez Pila (2019) desarrolla el estudio en seis sitios en donde la red MACRENA está desarrollando el proyecto COBERAGRI (Ecuador) utilizándola evaluación de los sistemas agroecológicos con la Metodología para la evaluación de los sistemas de Manejo Incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMI) con el cual fueron evaluada las siguientes prácticas agroecológicas (asociación de cultivos, rotación de cultivos, cultivos de cobertura y abonos verdes en la producción de hortalizas), se ubicó un agricultor convencional y sus prácticas para la comparación, se tomaron en cuenta los atributos de productividad, estabilidad, confiabilidad, resistencia, adaptabilidad, equidad y autosuficiencia, los resultados obtenidos se tienen la supremacía del sistema alternativo tanto en producción, como conservación y optimización de los recursos.

Sánchez Morales (2012) evaluó la sustentabilidad del agroecosistema maíz para conocer los aportes a la seguridad alimentaria en la región de Huamantla, Tlaxcala, a través de comparar dos sistemas de producción dominantes Sistema de producción tradicional (SPTrad) y el sistema

de Producción Tendiente al Agroindustrial (SPTAgroind) utilizando para la evaluación de sistemas de manejo de recursos naturales incorporando indicadores de sustentabilidad (MESMI) se concluyó que el SPTrad es más sustentable que el SPTAgroind, debido a la menor dependencia de insumos externos, al nivel de seguridad alimentaria y la capacidad de adaptación a las políticas agrícolas.

VI. Metodología.

6.1. Descripción del lugar de estudio.

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 (Plan Estratégico participativo municipio de San Simón 2016-2020).

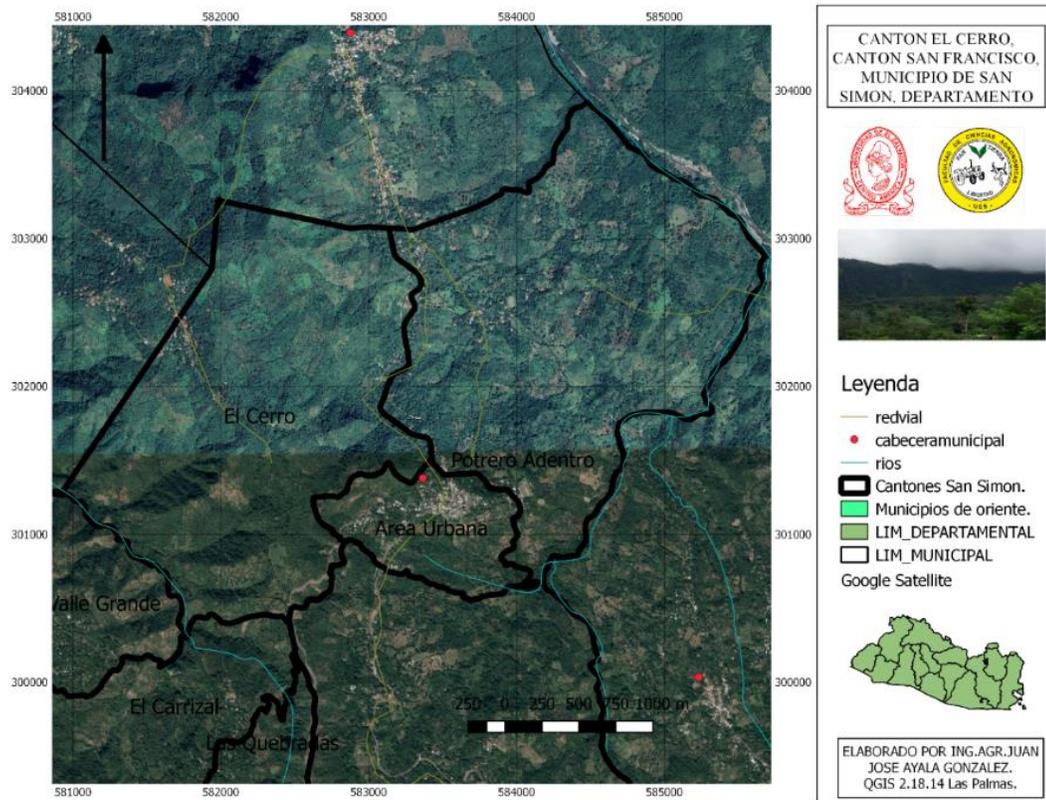


Fig. 2. Ubicación del sitio de estudio.

6.2. Descripción edafoclimática.

6.2.1 Características edáficas.

Las principales características que presentan los suelos en el cantón San Francisco y El Cerro están clasificadas como suelos Clase IV, Tipo de suelo Latosoles Arcillo Rojizos, Textura

predominante Franco Arcillosos con pendientes que varían de del 15 al 70 %.

6.2.2 Características climáticas.

El clima es cálido, la zona de vida corresponde al bosque húmedo tropical, húmedo tropical, húmedo y muy subtropical. La estación climática se ubica en las coordenadas 13°48'24'' latitud norte y 88°09'12'' longitud oeste en el municipio de Osicala a una altura de 560 msnm con un rango de precipitación de 1238 mm y 2591 mm anuales, con un promedio de 1971 mm/anual.

6.3. Criterios de selección del área de estudio.

Con el fin de evaluar la adopción y sostenibilidad de los sistemas productivos maíz y frijol con las prácticas de Agua y Suelo para la Agricultura (ASA), se considera realizar la investigación en los cantones El Cerro y San Francisco del municipio de San Simón, esto debido a los avances en la adopción por parte de los productores de las diferentes metodologías que promueve el Programa ASA, facilidad de acceso y disponibilidad de trabajo de los productores.

El gobierno local del municipio de San Simón ejecuta un instrumento de planificación en el área agropecuaria llamado Plan Municipal de Agricultura y Agua; el cual tiene como principal objetivo contribuir al fortalecimiento de capacidades de los productores del municipio de San Simón, para que puedan mejorar sus rendimientos productivos, por medio de la implementación de buenas prácticas agrícolas que restauren los suelos y protejan el recurso hídrico.

6.4. Metodología estadística.

6.4.1 Tipo de muestreo.

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 utilizará la fórmula que se aplica para determinar una proporción poblacional cuando se conoce el tamaño de la población (Aguilar, 2005; Pita, 1996).

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

Donde:

E = error muestral máximo permisible en la investigación, se determinó como el 5% = 0.05

Z = valor critico correspondiente a un determinado grado de confianza, se determinó como 1.96

P = proporción poblacional de ocurrencia de algo. Se estima que P =0.50 y entonces

Q =0.50 asegurando el máximo tamaño muestral Q = 1- P

N = tamaño de la población, corresponde al número de productores atendidos en el municipio de San Simón con el programa ASA que es de 47.

El tamaño de la muestra se calculó de la siguiente manera:

$$n = \frac{(1.96)^2 (0.5) (0.5) (47)}{(47- 1) (0.05)^2 + (1.96)^2 (0.5) (0.5)}$$

$$n = \frac{45.1388}{1.0754}$$

n= **42 productores.**

6.5 Población objeto del estudio.

Se realizó la investigación con 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 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 las metodologías del programa Agua y Suelo para la Agricultura y poseen la característica de que manejan dos tipos de metodologías en parcelas demostrativas de un área de 400 m² (testigo con el manejo tradicional de la zona y parcela ASA con prácticas de conservación de suelo y agua).

6.6 Obtención de la información.

La recolección de información se realizó en dos etapas la primera fue la revisión y sistematización de línea base del programa ASA en las comunidades del cantón El Cerro y San Francisco, municipio de San Simón la cual fue recolectada desde inicios del programa en el año 2015 y contiene 8 indicadores importantes del programa (costos, ingresos netos, rendimientos, humedad del suelo, porcentaje y peso de la cobertura vegetal, macrofauna, materia orgánica, área de adopción, prácticas ASA), además de informes anuales del programa. En una segunda etapa obtención de información de campo directamente de los agricultores haciendo uso de una encuesta y cuadros para información socioeconómica y ambiental, visita a parcelas de productores para toma de indicadores de sostenibilidad, (anexo 2).

6.7 Proceso metodológico.

Paso 1: Caracterización socioeconómica y ambientalmente a las familias y los sistemas de producción que implementan prácticas Agua y Suelo para la Agricultura (ASA) con los sistemas productivos maíz (*Zea mays*) y frijol (*Phaseolus vulgaris*). (cuadro 2 y 3).

Cuadro 2. Metodología y variables para evaluar en la caracterización socioeconómica y ambiental de las familias.

Variables para evaluar.	Metodología.
Social: (edad, analfabetismo, tenencia de la tierra, tamaño de la propiedad, vías de acceso, servicios básicos, educación, tipo de vivienda).	Se realizó un total de 42 entrevistas a los productores por medio de una encuesta estructurada, que incluyó los ámbitos social, económico y ambiental de las familias. (Anexo 2).
Económico: (gasto familiar, medios de vida, rendimientos producción agrícola, autoconsumo y comercialización, ingreso, costo, rentabilidad).	
Ambiental: (conservación de suelo, bosque y fauna).	

Cuadro 3. Metodología y variables para evaluar en la caracterización de los sistemas de producción.

Variables para evaluar.	Metodología.
Biodiversidad productiva.	Se visitaron 42 parcelas o fincas de los agricultores para caracterizar los sistemas de producción por medio de una encuesta a los productores participantes del programa. (Anexo 2).
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 y frijol con prácticas de conservación de suelo y agua y el manejo tradicional a través del análisis beneficio-costos, 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.

Cuadro 4. Presupuesto Parcial.

TRATAMIENTOS.	TRADICIONAL MAÍZ.	ASA MAÍZ.	TRADICIONAL FRIJOL.	ASA FRIJOL.
Rendimiento				
Precio de venta				
Ingreso Bruto				
Costos variables de los insumos (\$).				
a)				
b)				
Mano de obra				
Total, de Costos.				
BENEFICIOS NETOS.				

Cuadro 5. Cálculo del Presupuesto Parcial para B/C, Tasa de retorno marginal.

NUEVA TECNOLOGIA.	
PRACTICAS ASA.	
1) Ingreso bruto.	
2) Costo variable.	
INGRESO NETO DE LA NUEVA TECNOLOGIA (A)	
RELACIÓN BENEFICIO COSTO NUEVA TECNOLOGIA (1/2)	
TESTIGO.	
TRADICIONAL.	
3) Ingreso bruto	
4) Costo variable	
INGRESO NETO DE TESTIGO (B)	
RELACIÓN BENEFICIO COSTO DEL TESTIGO (3/4)	
CAMBIO EN INGRESO NETO (A-B)	
TASA DE RETORNO MARGINAL ((A-B)/(2-4))*100	

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 (Ía), el Índice de adopción (ÍAC). PASOLAC (2006). (Anexo 3).

Paso 4: Para evaluar los indicadores de sostenibilidad en los sistemas de producción de los productores que han implementado las prácticas de Agua y Suelo para la Agricultura (ASA) se aplicó la Metodología del Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales incorporando Indicadores de Sostenibilidad” (MESMIS).

a) Determinación del objeto de estudio.

En un primer paso se realizó la definición del objeto de estudio que permitió la evaluación de la sostenibilidad de los sistemas de producción de maíz y frijol con implementación de prácticas de Suelo y Agua.

b) Determinación de Puntos Críticos.

Los puntos críticos son los factores que fortalecen o limitan el desarrollo de los sistemas de producción de los agricultores, considerados y seleccionados por cada atributo de sostenibilidad.

Cuadro 6. Atributos y puntos críticos de sostenibilidad del Programa Agua y Suelo para la Agricultura (ASA).

ATRIBUTOS	PUNTOS CRÍTICOS
1. Productividad.	Baja producción, baja disponibilidad de forraje en algunas épocas del año, bajo aseguramiento del autoconsumo.
2. Estabilidad, resiliencia, confiabilidad.	Tendencia al monocultivo, balance negativo de nutrientes del suelo, recursos naturales degradados.
3. Adaptabilidad.	Precios bajos del maíz, aspectos climatológicos poco predecibles (sequías), alto costo de insumos externos.
4. Genero.	Poca participación de las mujeres en las actividades productivas.
5. Autodependencia,	Alta dependencia de insumos externos, falta de empleo.

c) Selección de Indicadores.

Se utilizaron cinco atributos (1. Productividad, 2. Estabilidad, 3. Resiliencia y confiabilidad, Adaptabilidad, 4. Equidad, 5. Autodependencia) y 25 indicadores de sostenibilidad. (Masera *et al*, 1999; Lopez-Ridaura *et al*, 2002).

d) Caracterización del sistema de producción.

La caracterización de las familias y de los sistemas de producción se realizó a través de información obtenida por medio de una encuesta, que incluyo los componentes económico, social y ambiental de las familias y productivo de las fincas. (Anexo 2).

e) Medición y evaluación de Indicadores.

Se entrevistaron con una boleta a los productores para recolectar información con el propósito de medir los indicadores de sostenibilidad de acuerdo con los atributos de la metodología

MESMIS la boleta también incluyó indicadores estratégicos alternativos de selección por atributo y que las familias seleccionen los avances que han tenido en sus sistemas productivos con las tecnologías implementadas. Los valores que se consideraron para el estudio de los indicadores fueron en base a los “Valores de éxito”, que son la ponderación que los productores hacen a los resultados obtenidos en su trabajo de agricultura sostenible, de acuerdo a las siguientes valoraciones. (cuadro 23, 24 y 25).

· Uno (1), es el valor menos deseado y para obtener buenos resultados deben de hacerse mayores esfuerzos de trabajo en sus fincas.

Cinco (5), es el valor medio, cuando los resultados han sido regulares, pero no han sido totalmente satisfactorios.

· Diez (10), es el valor ideal y demuestra que el productor se encuentra satisfecho de los resultados obtenidos.

Valor de los criterios de diagnóstico (VCD).

$$VCD = \frac{\sum (VI)}{S}$$

Donde S es el número de indicadores que conforman cada criterio de diagnóstico.

Índice general de sostenibilidad (IGS).

$$IGS = \frac{\sum (VCD)}{N}$$

Donde N es el número de criterios de diagnóstico.

Seguidamente 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.

f) Validación de los resultados obtenidos en el estudio.

Al finalizar el trabajo de investigación se realizó un taller con los productores que participaron en el estudio, con el propósito de validar la información obtenida en el trabajo de campo.

VII. Análisis de resultados.

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

7.1.1 Aspectos sociodemográficos de los productores.

a) Edad de los productores.

Como resultado de la investigación se encontraron los siguientes grupos etarios: El 74 % de los productores encuestados se encuentran en el rango de edad de 30 – 60 años catalogándose como adultos, el 21 % tenían edades mayores a 60 años adultos mayores y solamente 5% entre 18-29 años se encuentran como hombres jóvenes.

Cuadro 7. Edad de los productores objeto del estudio.

Rango de edad (años).	Número de productores.	Porcentaje.
18-29 años	2	4.76 %
30 – 60 años	31	73.81 %
Mayores 60 años.	9	21.43 %

Fuente: Elaboración propia resultados de la entrevista en la zona de estudio 2021.

b) Tenencia de la tierra.

Una de las características principales 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 61.91 % son propietarios de sus parcelas 30.95 % son arrendatarios y un 7.14% son copropietarios de sus terrenos con otros familiares.

Cuadro 8. Categorización de tamaño de la propiedad de los productores.

Extensión de terreno.	Número de productores.	Porcentaje.
0 – 1 Mz.	22	52.38%
1 – 5 Mz.	18	42.86 %

Más de 5 Mz.	2	4.76 %
--------------	---	--------

Fuente: Elaboración propia con información de 42 agricultores de la zona de estudio 2021.

Cuadro 9. Uso del suelo productores del estudio.

Uso del suelo.	Área (ha).
Agrícolas.	36.83
Ganadería o pastos.	12.69
Frutales.	1.41
Arrendadas.	3.53
Total.	54.46

Fuente: Elaboración propia con información de 42 agricultores de la zona de estudio 2021.

c) Educación de los productores.

En el caso de la educación de los productores participantes en el estudio son el 80.95% menciona que sabe leer y escribir, el 4.76 % solo leer y el restante 14.29% no saben leer y escribir.

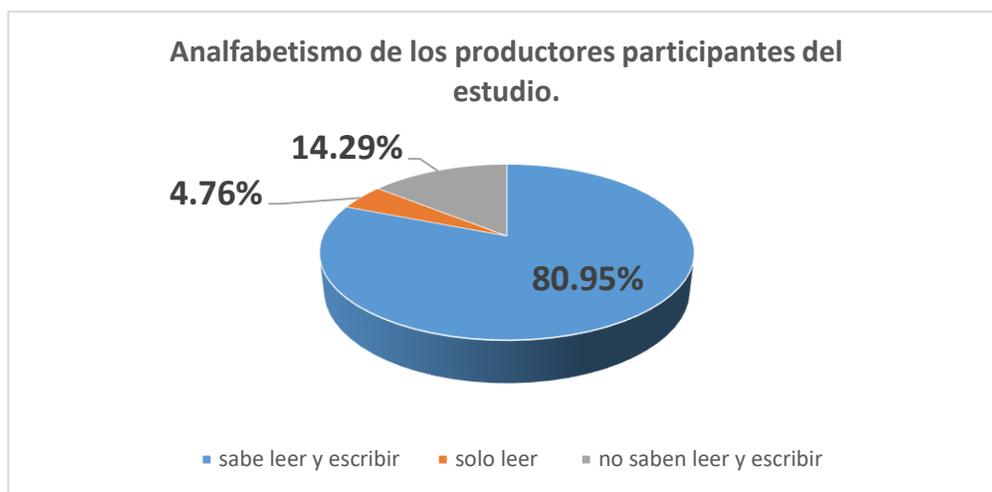


Fig. 3. Analfabetismo de los productores participantes del estudio.

d) Género.

Para el caso de la equidad de género en el aspecto de quien toma las decisiones en el hogar los

entrevistados manifestaron que el 24 % que el hombre toma las decisiones, el 5% la mujer es la jefa del hogar y para el caso en que ambos toman la decisión del hogar se tiene 71.42%. De los participantes del programa en las comunidades de estudio el 92.86 % son hombres y el 7.14 % son mujeres teniendo una baja participación de mujeres dentro de las actividades del programa.

e) Organización.

En el aspecto organizativo del total de productores entrevistados el 69.04% forman parte de una estructura organizativa o asociativa dentro de las que se pueden mencionar ADESCOs, Asociaciones de productores. En el caso del cantón El Cerro todos los productores de la investigación forman parte de un grupo de auto ahorro GAAP metodología implementada por Catholic Relief Services (CRS) con el objetivo de fomentar la organización y las compras locales.

f) Servicios Básicos.

Agua Potable.

El 95.23 % de los productores entrevistados manifestaron tener servicio de agua potable de administración municipal y solamente un 4.76% también poseen un pozo propio para el abastecimiento de agua, ninguna persona entrevistada realiza tratamiento al agua de consumo y en el caso del cantón El Cerro el suministro en época seca es crítico llegando a tener rangos de suministros de agua hasta de 4 días.

Energía eléctrica.

El suministro de energía eléctrica en los hogares de los productores es del 95.23 % tienen acceso, mientras que el 4.77% de los entrevistados no tienen energía eléctrica en sus viviendas.

Servicio telefónico.

Para el servicio de telefonía fija solamente el 2.38 % poseen dicho servicio y la mayoría tienen acceso a línea móvil 88.09 %.

Vías de acceso.

Del total de productores entrevistados el 21.43% manifiesta que tiene un buen acceso para la recolección de sus cosechas, 28.57 % tienen un acceso regular y un 50 % el acceso a las propiedades es una limitante para poder trasladar sus cosechas debido a la topografía del terreno.

Educación.

Para los cantones en estudio el acceso a la educación es una limitante ya que solamente se brinda acceso educativo hasta nivel de primaria (sexto grado y noveno grado) y para el caso de educación media (bachillerato) tienen que desplazarse hasta el casco urbano del municipio en el cual no tienen servicios de transporte público, esto se refleja claramente la baja escolaridad en la cual solamente el 34.35 % de los hijos de los productores asisten a la escuela y el 24.44 % de los mismos ayudan en las actividades de la finca, el resto se dedican a otras actividades remuneradas dentro o fuera de la comunidad 41.21 %.

Vivienda.

El 88.09 % de los entrevistados son propietarios de sus casas, el material de construcción más abundante es el sistema mixto (bloque o ladrillo) con un 35.71 %, adobe con un 33.34%, bahareque 23.81% y lamina con un 7.14%, para el uso de letrina del total de entrevistados el 97.61 % poseen algún tipo de letrina o baño dentro de los cuales el 68.29% es de fosa, 9.76% es lavable y 21.95 % son letrinas tipo abonera. Para el caso del tipo de cocina el 54.76% tienen cocina de leña, el 40.48% cocina de gas mientras que el último grupo 4.76% tienen una cocina ahorradora de leña.

7.1.2 Aspectos socioeconómicos de los productores.

a) Medios de vida y gasto familiar.

De 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. Para el gasto

familiar promedio de los productores participantes en la investigación es de \$155.79 distribuidos en alimentación, salud, servicios básicos y recreación.

b) Rendimientos de la producción agrícola.

Con la implementación del proyecto se identificaron dos rubros prioritarios en la producción agrícola de las comunidades de estudio las cuales forman parte principal en la dieta diaria de las familias las cuales fueron para el primer caso comunidad El Cerro cultivo del maíz se siembra por parte de los entrevistados un área total de 13.75 ha con un rendimiento de 2,236.5 kg/ha, en cultivo del frijol se siembra un área de 8.46 ha con un rendimiento de 1,564.30 kg/ha, en el segundo caso en la comunidad San Francisco para el cultivo de maíz se siembran un total 19.03 ha con un rendimiento de 3,962.2 kg/ha y para el cultivo de frijol se tiene un área de 4.40 ha con un rendimiento de 1,063.10 kg/ha.

Cuadro 10. Rendimiento de la producción agrícola maíz y frijol con ASA.

Rubro.	Área cultivada (ha).	Rendimiento o Productividad (kg/ha)
Maíz.	32.78	3,140.5
Frijol	12.86	1,334.0

Fuente: Línea base ciclo de producción 2019-2020 beneficiarios del programa ASA comunidades El Cerro y San Simón, municipio de San Simón.

c) Autoconsumo y comercialización.

En el caso de los agricultores entrevistados el porcentaje de la producción en el rubro de frijol destinado para la venta es del 21.90 %, en el caso del maíz del 23.21% por lo cual la mayoría de ellos basa sus medios de vida en una agricultura familiar o de subsistencia que destinan la mayoría de la cosecha para el autoconsumo, y en el caso del medio de comercialización lo basan en venta de pequeños excedentes a vecinos, comunidad y en el mercado local del municipio.

d) Costo.

Para el caso de los costos de producción manejo ASA por parte de los productores entrevistados

se tiene un costo para el rubro del frijol de \$995.74 para el caso del maíz los costos son de \$657.95, para el caso del total de costos agrícolas se tiene un total de \$1,231.43.

Cuadro 11. Costos de producción por hectárea de maíz manejo ASA.

Insumo/actividad/hectárea.	Costos/ha (\$ USD).
Insumos.	\$421.19
Mano de obra.	\$806.00
Otros Gastos.	\$4.24
Total.	\$1,231.43

Fuente: Línea base ciclo de producción 2019-2020. Programa ASA.

Cuadro 12. Costos de producción por hectárea de frijol manejo ASA.

Insumo/actividad/hectárea.	Costos/ha (\$ USD).
Insumos.	\$315.18
Mano de obra.	\$672.92
Otros Gastos.	\$7.64
Total.	\$995.74

Fuente: Línea base ciclo de producción 2019-2020. Programa ASA.

e) Ingreso.

En el caso del ingreso los precios que manejan los productores entrevistados son de frijol de \$1.10/kg (\$50.00/qq) y para el maíz de \$0.33/kg (\$15.00/qq), con ingresos brutos en el caso del rubro de frijol de \$1,855.27 y para el caso del maíz de \$2,195.64 dólares de los Estados Unidos de América.

Cuadro 13. Ingresos económicos por hectárea de maíz y frijol manejo ASA.

Cultivo.	Producción (kg/ha).	Precio/kg (\$ USD).	Ingresos brutos (\$ USD).
Maíz.	6,653.45	\$0.33	\$2,195.64
Frijol.	1,686.61	\$1.10	\$1,855.27

Fuente: Línea base ciclo de producción 2019-2020 programa ASA.

f) Rentabilidad y Beneficio Costo.

El ingreso neto para una hectárea de frijol con manejo ASA es de \$859.53 con un beneficio costo de 1.87, para una hectárea de maíz el ingreso neto es de \$964.21 y con un beneficio costo de 1.79.

7.1.3 Aspectos ambientales de los productores.

a) Conservación de suelo.

Todos los 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. Entre las prácticas más implementadas por los productores tenemos:

Cuadro 14. Implementación de prácticas de conservación de suelo y agua.

Practica.	Número de productores.	Porcentaje.
1. No quema.	42	100.00%
2. Arreglos espaciales.	40	95.23 %
3. Gestión integrada de la fertilidad del suelo.	39	92.85%
4. Gestión de los residuos de los cultivos.	31	73.80%
5. Labranza de conservación.	31	73.80%
6. Agroforestería.	24	57.14%
7. Cultivos en Asocio.	18	42.85%
8. Rotación de cultivos.	16	38.09%
9. Cultivos de cobertura.	10	23.80%

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

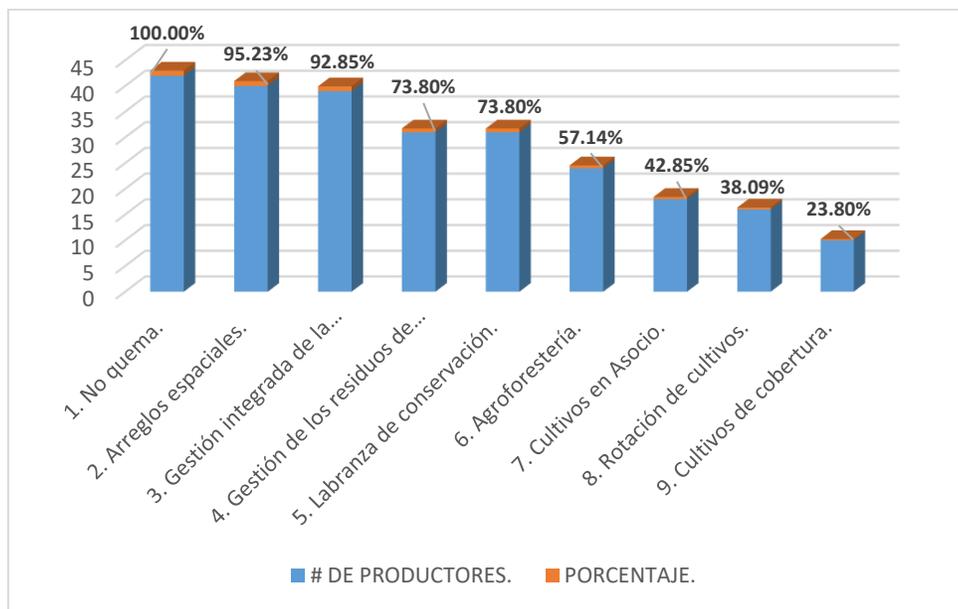


Fig. 4. Prácticas implementadas por los productores participantes del programa ASA comunidades El Cerro y San Francisco.

b) Bosque y Fauna.

De los productores entrevistados solamente el 11.90% poseen bosque dentro de sus propiedades de los cuales se encuentra especialmente sistemas agroforestales de café diversificados con especies leñosas existentes en la comunidad y árboles frutales, también existen pequeños fragmentos de bosques secundarios formados por el abandono de zonas de cultivo, el mayor uso que le dan los productores al aprovechamiento del bosque es para postes y leña, no explotando el potencial de madera aserrada.

Cuadro 15. Principales especies forestales existentes en las fincas de los productores de la zona de estudio.

Nº	Nombre común.	Nombre científico.	% de Frecuencia.
1	Nacaspilo.	<i>Inga spuria</i>	60 %
2	Paterno.	<i>Inga paterno</i>	40 %

3	Pepeto de río.	<i>Inga vera</i>	80 %
4	Cola de ardilla.	<i>Alvaradoa amorphoides</i>	60 %
5	Laurel.	<i>Cordia alliodora</i>	60 %
6	Quebracho.	<i>Lysiloma spp</i>	60 %
7	Pepeto peludo.	<i>Inga punctata</i>	20 %
8	Madrecacao.	<i>Gliricidia sepium</i>	40 %
9	Leucaena.	<i>Leucaena leucocephala.</i>	40 %
10	Moringa.	<i>Moringa oleífera</i>	40 %

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

Cuadro 16. Especies animales existentes en las fincas de los productores.

N°	Nombre común.	Nombre científico.
1	Guatusa.	<i>Dasyprocta punctata</i>
2	Víbora.	<i>Vipera latastei</i>
3	Venados.	<i>Odocoileus virginianus</i>
4	Gato de monte.	<i>Lynsrufus</i>
5	Cusuco.	<i>Dasypus novemcinctus</i>
6	Conejos	<i>Oryctolagus cuniculos</i>
7	Ardillas	<i>Sciurus vulgaris.</i>
8	Garrobos	<i>Ctenosaura pectinata.</i>
9	Pericos	<i>Aratinga chloroptera</i>
10	Tacuazín.	<i>Crocodylus acutus.</i>

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

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

a) Biodiversidad productiva.

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.

1. Sistema de producción Maíz + Frijol + Forestales (Cantón El Cerro).

En este sistema se encuentran 20 productores entrevistados de la comunidad del Cerro municipio de San Simón con pendiente promedio del 38 %.

- Prácticas Agronómicas: No quema, arreglos espaciales, gestión integrada de la fertilidad del suelo, gestión de los residuos de los cultivos, labranza de conservación, rotación de cultivos.
- Prácticas Vegetativas: Cultivos en asocio, introducción de árboles forestales de moringa (*Moringa oleífera*) y leucaena (*Leucaena leucocephala*), madrecaao (*Gliricidia sepium*), poda y conservación de árboles nativos en las parcelas.
- Cultivo de granos básicos para la dieta de las familias principalmente maíz en relevo con frijol.
- Crianza de aves de corral.

2. Sistema de producción Maíz + Frijol abono + Forestales. (Cantón San Francisco).

En este sistema se encuentran 22 productores entrevistados de la comunidad de San Francisco municipio de San Simón con pendiente promedio del 30 %.

- Prácticas Agronómicas: No quema, arreglos espaciales, gestión integrada de la fertilidad del suelo, gestión de los residuos de los cultivos, labranza de conservación, rotación de cultivos.
- Prácticas Vegetativas: Cultivos en asocio, cultivos de cobertura (*Cannavalia ensiformes*), introducción de árboles forestales de moringa (*Moringa oleífera*) y leucaena (*Leucaena leucocephala*), madrecaao (*Gliricidia sepium*), poda y conservación de árboles nativos en las parcelas.
- Cultivo de granos básicos para el consumo y la venta principalmente maíz o sorgo.
- Ganadería de pequeña escala.

7.3 Análisis económico de la producción del sistema maíz y frijol con prácticas de conservación de Suelo y Agua, con la agricultura convencional y prácticas tradicionales.

Las prácticas de conservación de suelo y agua promovidas por el programa se basan en mejorar los puntos críticos que influyen en los rendimientos productivos de los sistemas de producción de maíz y frijol en pequeños productores de secano mediante una adopción de prácticas de agricultura sostenible.

Cuadro 17. Resumen de las prácticas promovidas por el Programa Agua y Suelo para la Agricultura.

EJE DE INNOVACIÓN.	PRÁCTICA DEL AGRICULTOR.	INNOVACIÓN ASA.
1. No quema.	Quema la maleza y residuos de la cosecha anterior,	No quema y conserva los rastrojos.
2. Gestión de los residuos de los cultivos.	Eliminación o venta de rastrojos.	Conserva los residuos de las cosechas anteriores y lo aumenta mediante prácticas como deshoje, despunte.
3. Labranza de conservación.	Conserva el suelo sin cobertura vegetal, remoción del suelo, no hay reciclaje de nutrientes, no hay adición de materia orgánica.	Conserva todo el año la cobertura vegetal, mínima perturbación del suelo, reciclaje de nutrientes, incremento de la materia orgánica del suelo.
4. Arreglos espaciales.	<p>Siembra: a) Maíz: semilla híbrida, distanciamiento de siembra 0.50 x 0.90 cm, 3 semillas por postura.</p> <p>b) Frijol: variedad rojo de seda, distanciamiento de siembra 0.20 x 0.50 cm, 3 semillas por postura.</p>	<p>Siembra: a) Maíz: semilla híbrida, distanciamiento de siembra 0.40 x 0.80 cm, 2 semillas por postura.</p> <p>b) Frijol: variedad rojo de seda, distanciamiento de siembra 0.40 x 0.50 cm, 2 semillas por postura.</p>
	<p>Fertilización: a) Maíz: según manejo de la zona: 15 días con fórmula 16-20-0 30 días con sulfato de amonio 21 % de Nitrógeno. Sin cálculo de dosis adecuada. Tirada al suelo.</p>	<p>Fertilización: a) Maíz: fertilización las 4 R.</p> <p>1. Momento correcto: primera fertilización: 8 días, 2º fertilización 25 días, aplicación de foliares 15 días dependiendo los elementos escasos en el suelo (uso de metalosatos multimineral 12.5 cc por galón).</p>

5. Gestión Integrada de la fertilidad del suelo.	b) Frijol: según manejo de la zona: fertilización con fórmula 16-20-0 a los 20 días de desarrollo del cultivo.	2. Lugar correcto (incorporado en media luna en la parte superior de la pendiente). 3. Producto correcto (según análisis de suelo) fórmula 18-46-0, urea 40 % de Nitrógeno. 4. Dosis adecuada (según requerimiento del cultivo). 7 g postura/2.9 qq 18-46-0/Mz. 5 g/2.41 qq Urea 40% /Mz. b) Frijol: fertilización las 4 R. 1. Momento correcto: primera fertilización: 8 días, 2º fertilización 22 días, aplicación de foliares 15 – 20 días (uso de metalosatos multimineral 12.5 cc por galón). 2. Lugar correcto (incorporado en media luna en la parte superior de la pendiente). 3. Producto correcto (según análisis de suelo) fórmula 18-46-0, Urea 40 % de Nitrógeno 4. Dosis adecuada (según requerimiento del cultivo). 3 g/ 3 qq 18-46-0 /Mz 1.5 g/ 1.5 qq Urea /Mz
6. Agroforestería.	Eliminación de árboles dispersos en la parcela y todo tipo de vegetación permanente.	Cobertura permanente con árboles dispersos en la parcela.
7. Cultivos en asocio.	Sin cultivos asociados (monocultivos).	Siembra de cultivos en asocio: a) Maíz: cultivo asociado (abono verde <i>Canavalia ensiformis</i>) distanciamiento de siembra 0.50 x 0.50 m, corte a los 65- 75 días (etapa de floración). b) maíz + frijol de seda.
8. Cultivos de cobertura.	No utiliza cultivos de cobertura.	Manejo de abonos verdes (<i>Canavalia ensiformis</i>).
9. Rotación de cultivos.	Sin rotación de cultivos	Rotación de cultivos maíz – frijol – sorgo.

La evaluación económica busca realizar un análisis del impacto económico de la implementación de prácticas de manejo de suelo y agua promovidas con el programa mediante

un análisis de costos y beneficios marginales basados en el presupuesto parcial. 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 los productores en base de registro cosecha del año 2016 y al finalizar la intervención del programa en el año 2020.

Cuadro 18. Tabulación de observaciones económicas.

Cadena.	Sistema de producción.	Observaciones.
Granos básicos.	Maíz.	18
	Frijol.	12

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.

Cuadro 19. Presupuesto Parcial.

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.

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/ ha por medio del paquete tecnológico y prácticas de conservación de suelo y agua en el cantón San Francisco, Para el sistema de producción de frijol en el cantón El Cerro se experimentó un incremento en el rendimiento pasando de 522.80 kg/ha con manejo tradicional alcanzado rendimientos de 1686.61 kg/ ha frijol con tecnología ASA.

Cuadro 20. Cálculo del Presupuesto Parcial para B/C, Tasa de retorno marginal sistema de producción maíz.

NUEVA TECNOLOGÍA.	
PRÁCTICAS ASA.	
1) Ingreso bruto.	\$2195.63
2) Costo variable.	\$1227.19
INGRESO NETO DE LA NUEVA TECNOLOGÍA (A)	\$968.44
RELACIÓN BENEFICIO COSTO NUEVA TECNOLOGÍA (1/2)	1.78
TESTIGO.	
TRADICIONAL.	
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 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 21. Cálculo del Presupuesto Parcial para B/C, Tasa de retorno marginal sistema de producción frijol.

NUEVA TECNOLOGÍA.	
PRÁCTICAS ASA.	
1) Ingreso bruto.	\$1855.27
2) Costo variable.	\$995.74
INGRESO NETO DE LA NUEVA TECNOLOGÍA (A)	\$859.53
RELACIÓN BENEFICIO COSTO NUEVA TECNOLOGÍA (1/2)	1.86
TESTIGO.	
TRADICIONAL.	
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.

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.

7.4 Estudio de adopción de las prácticas de conservación de Agua y Suelo en sistemas productivos maíz y frijol 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 en los meses de enero a marzo del año 2021, 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 financiado por Catholic Relief Services (CRS) y ejecutado por la Asociación de Cuencas del Golfo de Fonseca (ACUGOLFO), utilizándose la metodología del estudio de adopción de tecnologías de Manejo Sostenible de Suelos y Agua (MSSA). La herramienta se estructuró en dos apartados; el primero estableció la identificación del productor, área de la finca, método de extensión utilizado para la transferencia de tecnología, innovación implementada, el segundo apartado correspondió a una línea de tiempo sobre el avance en la implementación en la finca del productor en la adopción de las prácticas de conservación de suelo y agua, mediante el uso de dos índices para la evaluación campesina de la tecnología desde el punto de vista de los productores de dichas comunidades: el Índice de Aceptabilidad (Ía), el Índice de adopción (ÍAC). 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 por cada una de las practicas ASA con una muestra total de 42 productores.

Los índices de aceptación (Ía) para los productores categoría 1 de las comunidades El Cerro y San Francisco en valor promedio son 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 86%), Agroforestería valores (49.99% y 21.80%), cultivos en asocio (41% y 1 %), Cultivos de cobertura (0.4% y 2%) y rotación de cultivos (50% y 4 %).

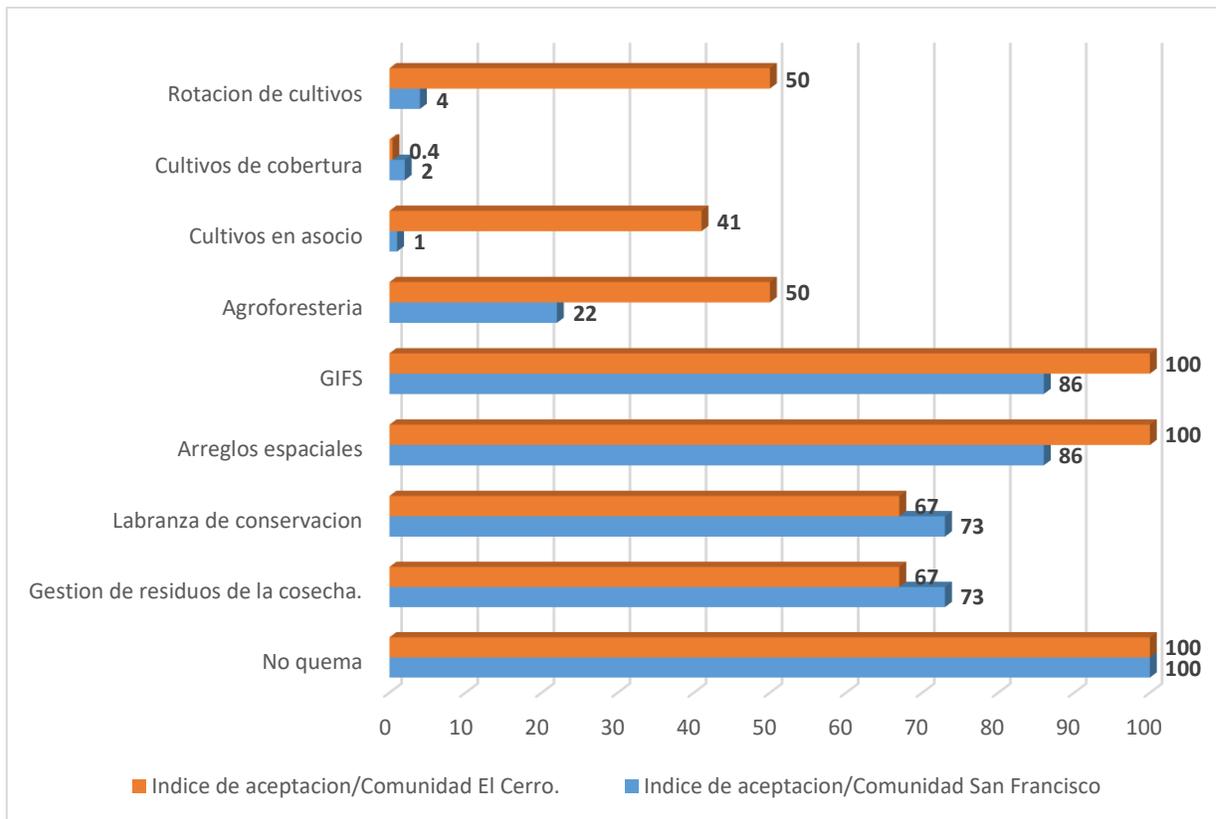


Figura 5. Análisis comparativo de las tecnologías aceptadas en la comunidad El Cerro y San Francisco del municipio de San Simón (0-1 mz).

Para la categoría 2 de las comunidades El Cerro y San Francisco se observa una reducción en los índices de aceptación (Ía) en promedio para los productores de las practicas ASA para las prácticas agronómicas como la no quema (100% y 100%), gestión de residuos de la cosecha (12% y 29%), labranza de conservación (12% y 29%), arreglos espaciales (100% y 100%), gestión integrada de la fertilidad del suelo (12% y 100%), cultivos en asocio (0.8% y 12%), cultivos de cobertura (0.0% y 3%), Agroforestería (12% y 26%).

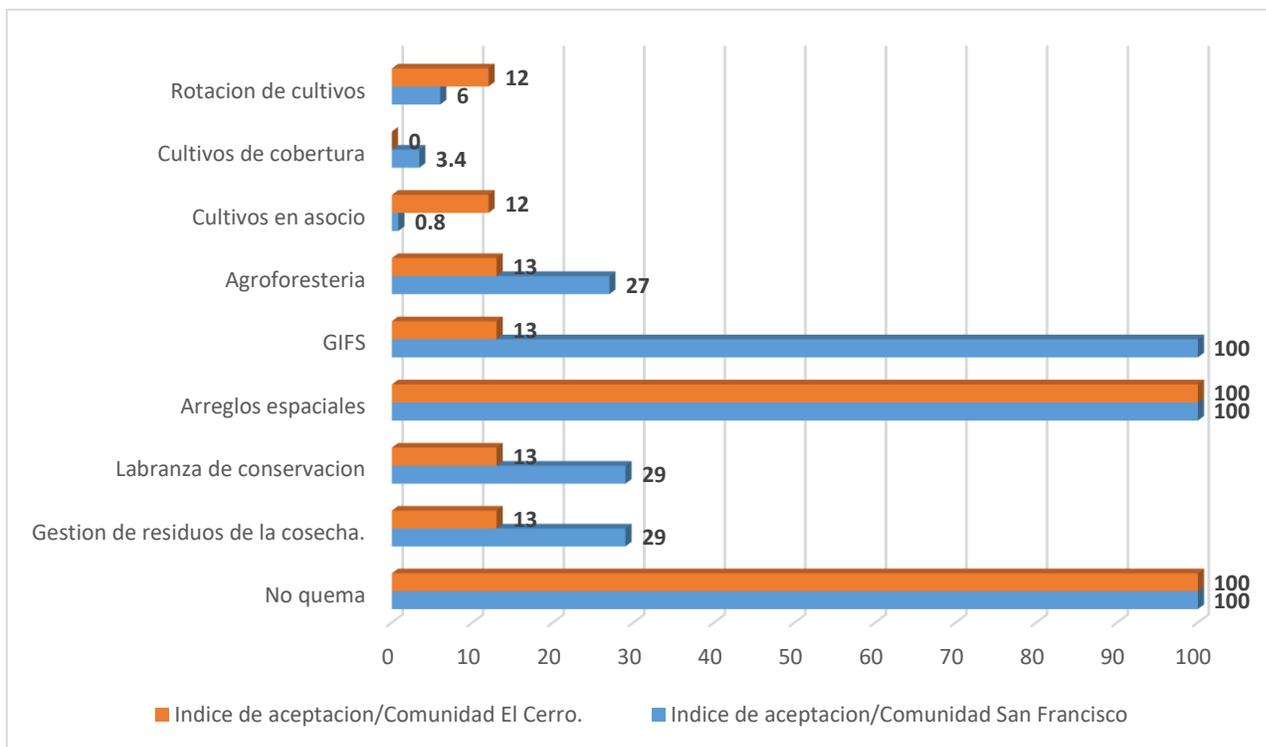


Figura 6. Análisis comparativo de las tecnologías aceptadas en la comunidad El Cerro y San Francisco del municipio de San Simón (1-3 mz).

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 %).

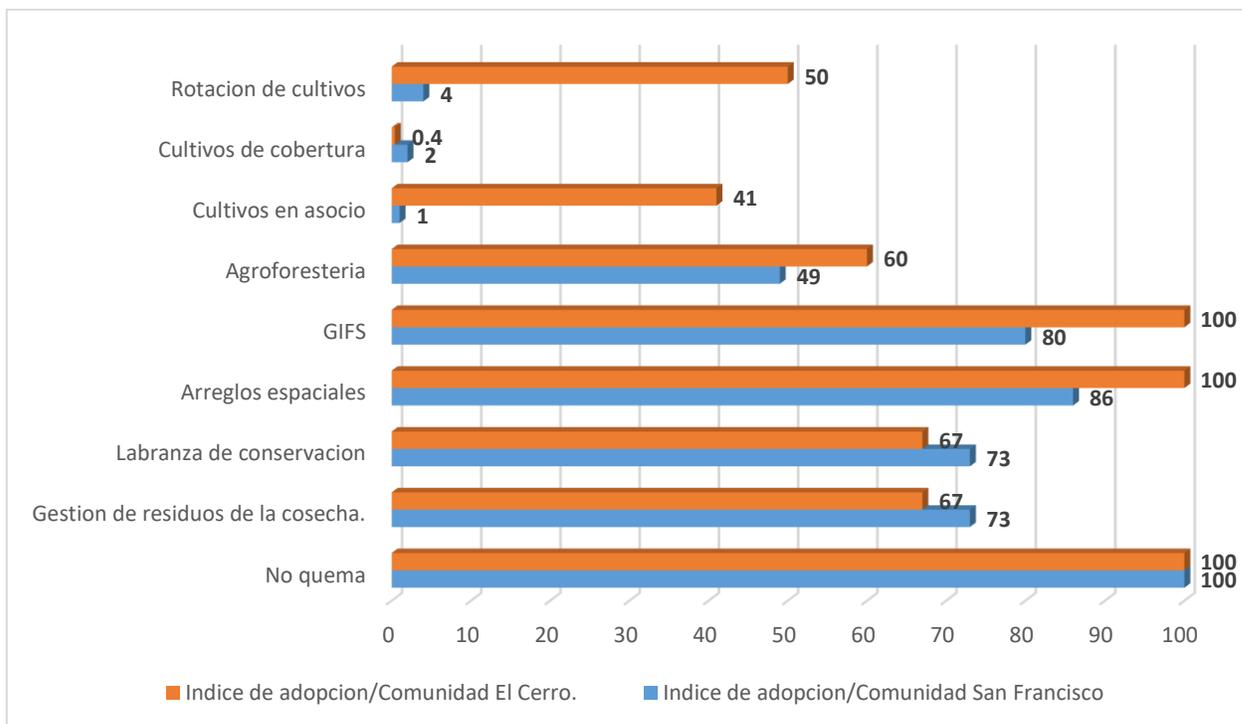


Figura 7. Análisis comparativo de las tecnologías adoptadas en la comunidad El Cerro y San Francisco del municipio de San Simón (0-1 mz).

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%).

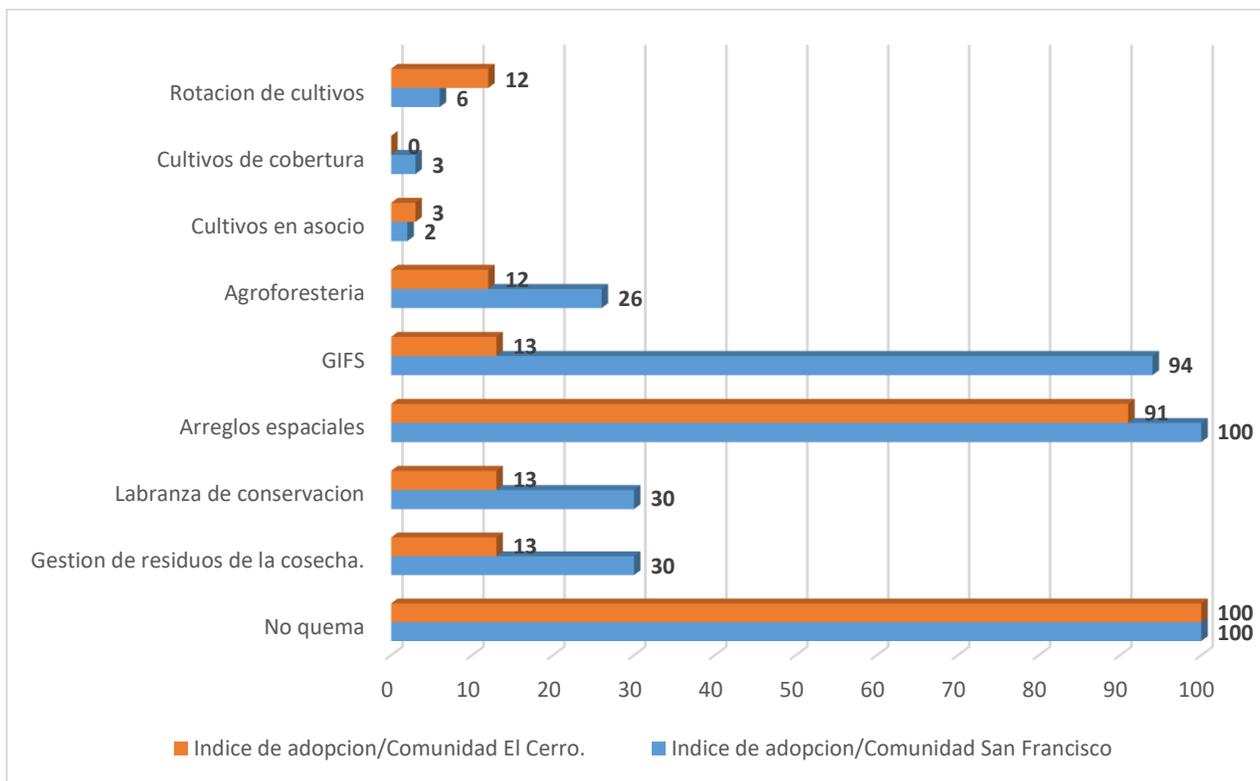


Figura 8. Análisis comparativo de las tecnologías adoptadas en la comunidad El Cerro y San Francisco del municipio de San Simón (1-3 mz).

El estudio refleja que en la comunidad El Cerro para la categoría 1 se han aceptado y adoptado por los productores de 8 de 9 practicas ASA (No quema, gestión de los residuos de la cosecha, labranza de conservación, arreglos espaciales, gestión integrada de la fertilidad del suelo, agroforestería, cultivos en asocio, rotación de cultivos), para categoría 2 solamente se han tenido resultados en 2 de 9 practicas ASA (No quema, arreglos espaciales) y para el caso de la comunidad San Francisco los productores categoría 1 han aceptado y adoptado 5 de 9 practicas ASA (No quema, gestión de los residuos de la cosecha, labranza de conservación, arreglos espaciales, gestión integrada de la fertilidad del suelo), para la categoría 2 se han aceptado y adoptado 6 de 9 practicas ASA (No quema, gestión de los residuos de la cosecha, labranza de conservación, arreglos espaciales, gestión integrada de la fertilidad del suelo, Agroforestería).

En el cuadro 22 se presente un resumen de los principales factores que limitan la adopción de las tecnologías promovidas por el proyecto ASA.

Cuadro 22. Cuadro resumen de factores que afectaron la adopción de prácticas desde la perspectiva de los productores.

Practicac ASA.	Frecuencia (%)	Razones de limitantes en la adopción.
Gestión de residuos de la cosecha y labranza de conservación.	88	Uso de rastrojos en la época seca para la pequeña ganadería.
	12	Productores arrendatarios.
Arreglos espaciales.	100	Uso de semillas de baja calidad o certificación
Gestión integrada de la fertilidad del suelo.	95	Alto costo en insumos agrícolas.
	5	Disponibilidad de insumos en la zona.
Agroforestería.	69	Falta de entrega de kit de árboles forestal para parcelas pequeñas.
	31	Terrenos arrendados no permiten la siembra de árboles.
Cultivos en Asocio.	5	Ganadería de pequeña escala.
	95	Monocultivo del productor en cada ciclo productivo.
Cultivos de cobertura.	16.67	No entrega de semilla de abonos verdes.
	83.33	Disponibilidad de semilla de abonos verdes.
Rotación de cultivos.	59.52	Monocultivo de maíz prioridad del productor y para la alimentación animal.
	40.48	Arrendatario para un ciclo productivo.

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

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, Para el caso de la comunidad El Cerro la siembra de frijol para el consumo sustituyo la siembra de abonos verdes.

7.5 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.

El Programa de Suelo y Agua para la Agricultura ASA financiado por Catholic Relief Services (CRS) y ejecutado por la Asociación de Cuencas del Golfo de Fonseca (ACUGOLFO) desde 2015 al 2020, tiene como objetivo la revitalización de la agricultura de secano para pequeños productores basado en un abordaje de manejo de suelos y agua “water-smart agriculture”, el objetivo del programa se basa en 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; (CRS *et al*, 2015). Por lo cual es importante evaluar el impacto del programa ASA en los sistemas de producción mediante la implementación de las prácticas de conservación de suelo y agua para determinar la transición de las fincas a sistemas de producción sostenibles utilizando indicadores sociales, económicos y ambientales a través de la metodología MESMI.

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 Apropiada (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).

7.5.1. Evaluación Económica a través de Indicadores de los Atributos Productividad y Autogestión o Autodependencia.

Los indicadores evaluados en el Atributo de Productividad fueron:

1. Rendimiento de los cultivos.
2. Costos de producción.
3. Relación beneficio/costo.
4. Comercialización.

Los indicadores evaluados en el Atributo de Estabilidad fueron:

1. Dependencia de entradas al sistema.
2. Dependencia de créditos.

Cuadro 23. Criterios de calificación para los indicadores económicos.

INDICADOR.	CRITERIOS DE CALIFICACIÓN.		
	BAJA (1).	MEDIA (5).	ALTA (10).
1. Rendimiento de los cultivos.	Han disminuido.	Se mantienen igual	Han aumentado
2. Costos de producción	Han aumentado	Se mantienen igual	Han disminuido
3. Relación beneficio/costo	Rentabilidad negativa	Rentabilidad igual a cero	Rentabilidad positiva
4. Comercialización.	No ha beneficiado el precio	Igual al promedio de país	Precio superior al promedio de país.
5. Dependencia de entradas al sistema	50% del presupuesto para insumos externos	Entre un 25% - 50% del presupuesto en insumos externos	Menos del 25% del presupuesto en insumos externos
6. Dependencia de créditos	Necesita el 100% de financiamiento para la producción	Necesita un 50% de crédito para la producción	Es capaz de autofinanciar la producción

Queda demostrado que los agricultores que adoptaron las prácticas de suelo y agua en sus sistemas productivos mejoraron sus ingresos con una tendencia ascendente de los rendimientos productivos en los años evaluados en el proyecto. 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.

7.5.2. Evaluación Ambiental a través de Indicadores de los Atributos Productividad, Estabilidad o Resiliencia y Adaptabilidad

Los indicadores evaluados en el Atributo de Estabilidad o Resiliencia fueron:

1. Productividad del suelo.

Los indicadores evaluados en el Atributo de Estabilidad o Resiliencia fueron:

1. Productividad del suelo (Manejo de la fertilidad del suelo).
2. Agrobiodiversidad (Rotación de cultivos, cultivos en asocio)
3. Control de plagas y enfermedades.
4. Control de malezas o arvenses.
5. Porcentaje de materia orgánica del suelo (Labranza de conservación)
6. Ph del suelo
7. Número de árboles/parcela (Agroforestería).
8. Especies de animales domésticos.
9. Porcentaje de cobertura del suelo (Gestión de los residuos de los cultivos)
10. Actividad Biológica.

Los indicadores evaluados en el Atributo de Adaptabilidad fueron:

1. Prácticas de conservación de los recursos naturales RRNN.

Cuadro 24. Criterios de calificación para los indicadores ambientales.

INDICADOR.	CRITERIOS DE CALIFICACIÓN.		
	BAJA (1).	MEDIA (5).	ALTA (10).
1. Productividad del suelo.	No más de una (1) cosecha y se requieren	No más de dos (2) cosechas al año de	Es posible realizar hasta tres (3) cosechas

	prácticas muy intensivas de manejo de suelos para mejorar significativamente la baja producción	cultivos de ciclo corto y con prácticas intensivas de manejo de suelos	de cultivos de ciclo corto al año y tener buenos rendimientos
2. Agrobiodiversidad.	Un solo cultivo (Monocultivo)	Dos cultivos.	Más de tres cultivos. (Policultivo)
3. Control de plagas y enfermedades.	Control químico.	Control biológico.	Manejo integrado con control físico, biológico y químico
4. Control de malezas o arvenses.	Control químico solamente	Control racional de químico y manual	Control con cobertura vegetal viva y muerta y siembra de abonos verdes
5. Porcentaje de materia orgánica del suelo. (Oxido reducción).	< 2 %	2 - 4 %	> 4 %
6. Ph del suelo (Potenciométrico suelo: agua 1: 2.5).	< 4.5	4.5 – 5.5	5.5 – 6.5
7. Número de árboles/parcela	0 árboles.	25 árboles.	50 árboles.
8. Especies de animales domésticos	0 especies	1 especies	2 especies
9. % de cobertura del suelo anexo 5.	Suelo desnudo	Menos de 50 %	Más del 50 %.
10. Actividad biológica. (Peso en gramos por	Sin signos de actividad biológica, no	Se observan algunas lombrices y artrópodos	Mucha actividad biológica, abundantes

unidad volumétrico de suelo) anexo 6.	se observan lombrices o invertebrados.		lombrices y artrópodos
11. Prácticas de suelo y agua.	Menos de 3.	Entre 3 y 10.	Más de 10.

7.5.3. Evaluación Social a través de Indicadores de los Atributos Adaptabilidad, Equidad y Autogestión o Autodependencia.

Los indicadores evaluados en el Atributo de Adaptabilidad fueron:

1. Prácticas ancestrales.
2. Disponibilidad de mano de obra.

Los indicadores evaluados en el Atributo de Equidad fueron:

1. Genero.
2. ¿Participación en capacitaciones?

Los indicadores evaluados en el Atributo de Autogestión o Autodependencia fueron:

Grado de organización, para la autogestión en la comunidad.

1. Grado de organización, para la autogestión en la comunidad.
2. Seguridad alimentaria.
3. Soberanía alimentaria.
4. Grado de organización para la aplicación de las técnicas en la comunidad.

Cuadro 25. Criterios de calificación para los indicadores sociales.

INDICADOR.	CRITERIOS DE CALIFICACIÓN.		
	BAJA (1).	MEDIA (5).	ALTA (10).
1. Prácticas ancestrales.	No utiliza semilla criolla	Utiliza semillas criollas de una especie	Utiliza semillas criollas en más de una especie
2. Disponibilidad de mano de obra.	La escasez de MO afecta costos y la calidad de trabajos	Contrata MO, incurre en costos de transporte y alimento	Hay disponibilidad de MO de calidad y eficiente
3. Genero.	El jefe de familia	Jefa de familia	Ambos

4. Participación en capacitaciones	Se capacitan solo hombres	Se capacita más hombres que mujeres	Se capacita por igual a hombres y mujeres
5. Grado de organización, para la autogestión en la comunidad.	No hay organización	Poca organización.	Hay un alto nivel de organización.
6. Seguridad alimentaria.	Baja seguridad alimentaria	Regular seguridad alimentaria	Buena seguridad alimentaria
7. Soberanía alimentaria	Agricultores que compran todo en supermercados o a sus vecinos	Agricultores que consumen lo que producen y compran a los supermercados	Agricultores consumen lo que producen, compran a sus vecinos y en menor proporción a los supermercados
8. Grado de organización para la aplicación de las técnicas en la comunidad.	No hay organización	Bajo Nivel de organización	Alto nivel de organización

7.6 Evaluación de la sostenibilidad.

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. Los resultados reflejan que el área económica y ambiental en todos los cantones y con todas las acciones que se han realizado han alcanzado muy buenos resultados comparados con la línea base y datos recolectados en campo con los productores como una comparación de una línea de tiempo, observándose una transición aceptable hacia un manejo agroecológico.

Cuadro 26. Valores de sostenibilidad por productor en las evaluaciones económica, social y ambiental, en el cantón San Francisco, municipio de San Simón.

2015 (Tradicional).			2020 (ASA).		
Promedio Económica.	Promedio Ambiental.	Promedio Social.	Promedio Económica.	Promedio Ambiental.	Promedio Social.
5.1	3.0	5.4	6.1	4.4	7.0

Cuadro 27. Valores de sostenibilidad por atributo metodología ASA y sistema de referencia en el municipio de San Simón.

Los resultados totales por Atributo de los dos cantones evaluados fueron:

TRADICIONAL (2015).				
PRODUCTIVIDAD.	ESTABILIDAD.	ADAPTABILIDAD.	EQUIDAD.	AUTOGESTIÓN.
4.64	3.60	5.19	6.27	4.34

ASA (2020).				
PRODUCTIVIDAD.	ESTABILIDAD.	ADAPTABILIDAD.	EQUIDAD.	AUTOGESTIÓN.
6.09	4.81	6.48	6.27	6.05

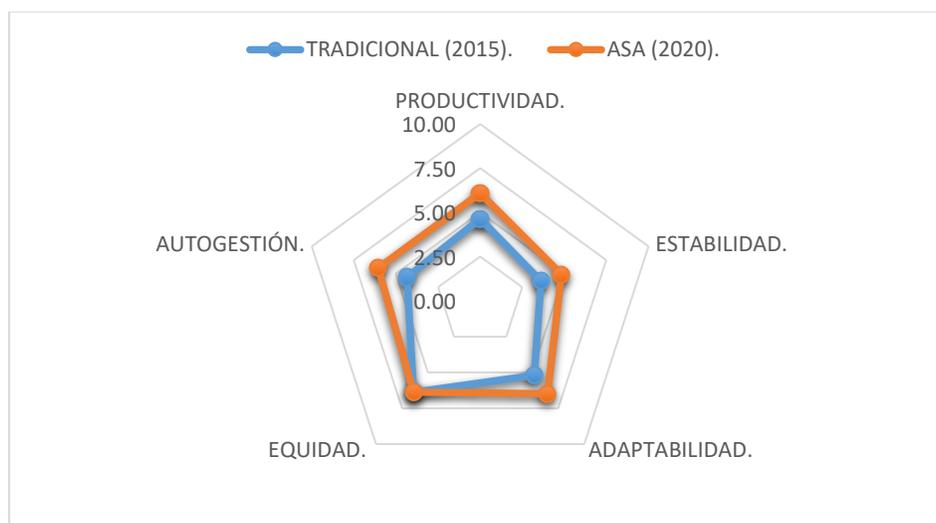


Figura 9. Evaluación de sostenibilidad del Programa ASA en los cantones El Cerro, San Francisco Municipio de San Simón.

7.6.1 Estudio de Caso 1.

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, la cual es la mejor evaluada del programa y quien ha mejorado en las dimensiones y atributos de la sostenibilidad en la duración del programa.

1) Atributo de Productividad.

El productor comentó que en el análisis del Atributo Productividad, la aplicación de las técnicas que el programa ha promovido han tenido un impacto positivo en la finca, debido a que el rendimiento en los cultivos ha aumentado, los costos de producción disminuyeron con la implementación de prácticas como los cultivos de cobertura, relación beneficio costo rentabilidad positiva, precio superior al promedio del país y en el caso de la productividad del suelo se pasó de obtener una sola producción por año a más de tres cosechas al año mediante una rotación abono verde (*Cannavalia ensiformes*) + Maíz + Sorgo (cuadro 28, figura 10).

Cuadro 28. Evaluación del Atributo Productividad en la finca del productor Emilio Barahona.

Literales	Indicador	Valoración del productor	Valoración ideal del MESMIS
A	¿Cómo han sido los rendimientos de sus cosechas después de haber ingresado al Programa?	10 Los rendimientos han aumentado.	10
B	¿Cómo han sido los costos de producción de sus después de haber ingresado al Programa?	10 Los costos de producción han disminuidos.	10
C	¿Cómo han sido la rentabilidad de los cultivos después de haber ingresado al Programa?	10 Rentabilidad económica positiva.	10
D	¿Cómo le han beneficiado las ventas a futuro?	10 Precio de venta superior al promedio nacional.	10
E	¿Cómo ha sido la productividad del suelo con el programa?	10 3 cosechas.	10

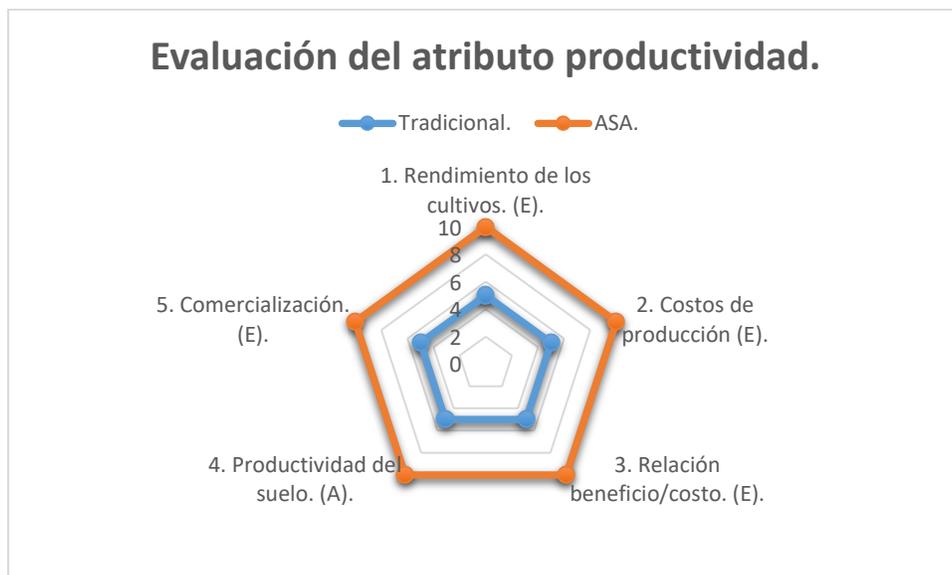


Figura 10. “Ameba” de Evaluación del Atributo Productividad de la parcela del productor Emilio Barahona.

2) Atributo de estabilidad, confiabilidad y resiliencia.

El programa ASA promueve la resiliencia y estabilidad de los pequeños productores de granos básicos ante fenómenos climáticos adversos, dentro de las prácticas más implementadas por el productor tenemos incrementar agrobiodiversidad de la parcela, cultivos de cobertura, control integrado de malezas, manejo de cobertura del suelo, manejo de animales de granja (cuadro 29, figura 11).

Cuadro 29. Evaluación del Atributo Productividad en la finca del productor Emilio Barahona.

Literales	Indicador	Valoración del productor	Valoración ideal del MESMIS
A	¿Cuántos cultivos maneja en su parcela? un solo cultivo (monocultivo), dos cultivos en la misma parcela, más de tres cultivos en la misma parcela (Policultivo):	10 Tres cultivos en la misma parcela.	10
B	¿Cómo realiza el control de plagas y enfermedades?	1 Control químico.	10

C	¿Cómo realiza el control de malezas o arvenses?	5 Control racional.	10
D	Porcentaje de materia orgánica del suelo. (Según análisis de suelo).	10 Alta.	10
E	Ph del suelo. (Según análisis de suelo).	5 Media.	10
F	Número de árboles/parcela.	10 Alta.	10
G	Especies de animales domésticos.	5 Alta.	10
H	% de cobertura del suelo.	10 Más del 50% de cobertura vegetal.	10
I	Actividad Biológica.	1 Baja.	10

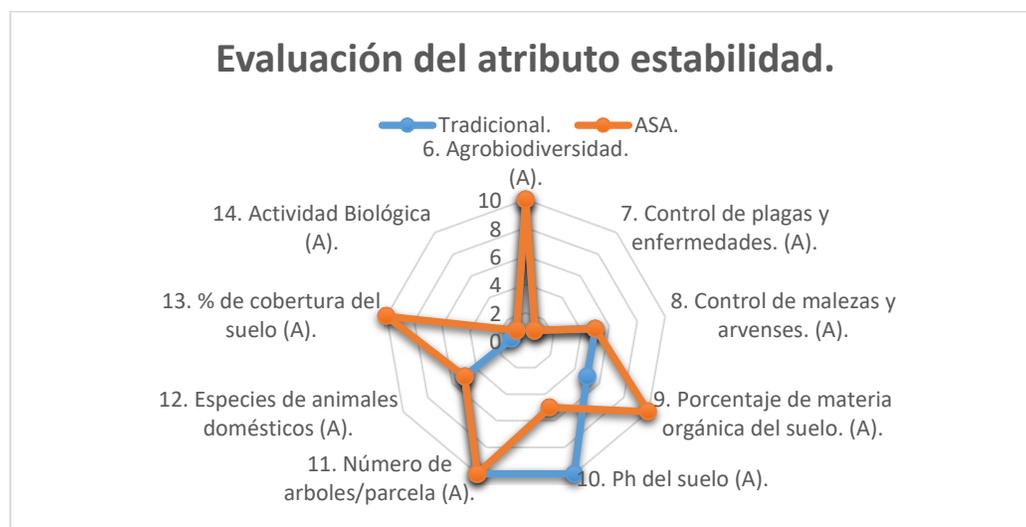


Figura 11. “Ameba” de Evaluación del Atributo estabilidad de la parcela del productor Emilio Barahona.

3) Atributo de adaptabilidad.

El estudio de este Atributo permitió conocer si la aplicación de las diferentes tecnologías promovidas por el programa, contribuyen a que la parcela o finca sea capaz de mantener su producción y productividad, aunque ocurran perturbaciones climáticas no esperadas.

(cuadro 30, figura 12).

Cuadro 30. Evaluación del Atributo Adaptabilidad en la finca del productor Emilio Barahona.

Literales	Indicador	Valoración del productor	Valoración ideal del MESMIS
A	¿Prácticas agrícolas que ha implementado en su parcela?	10 Más de 10 prácticas.	10
B	¿Utiliza semillas criollas en su parcela?	10 Utiliza semilla criolla de dos especies.	10
C	¿Cómo es la disponibilidad de mano de obra para las actividades agrícolas?	10 Disponibilidad de MO.	10



Figura 12. “Ameba” de Evaluación del Atributo adaptabilidad de la parcela del productor Emilio Barahona.

4) Atributo de Equidad.

El estudio de este Atributo nos permitió conocer si existe equidad en las decisiones, actividades, dentro de los hogares de los productores que participan en el programa. A través del estudio se conoció que se ha mantenido estable, por ejemplo, la toma de decisiones es dialogada y compartida por la pareja; no así para el caso de la participación en reuniones y talleres, en donde por lo general es el hombre el que participa. (cuadro 31).

Cuadro 31. Evaluación del Atributo Equidad en la finca del productor Emilio Barahona.

Literales	Indicador	Valoración del productor	Valoración ideal del MESMIS
A	¿En el hogar las decisiones quién las toma?	10 Ambos.	10
B	¿Cómo es la participación de las mujeres en las reuniones y talleres?	5 Se capacita más hombres que mujeres.	10

5) Atributo de autogestión.

A través del estudio de este Atributo nos presentó el nivel de organización comunitaria que existe en cada sitio objeto de este estudio, en 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 son dependientes de insumos y financiamiento externo (cuadro 32, figura 13).

Cuadro 32. Evaluación del Atributo Autogestión en la finca del productor Emilio Barahona.

Literales	Indicador	Valoración del productor	Valoración ideal del MESMIS
A	¿Cuál es el grado de organización, para la autogestión en la comunidad??	5 Nivel medio de organización.	10

B	¿Se logra alcanzar la seguridad alimentaria y nutricional de los productores con lo producido en la parcela?	5 Se mantiene igual	10
C	¿Cómo es la Soberanía alimentaria de los productores en el acceso de los alimentos?	10 Productores que consumen lo producido y compran localmente.	10
D	¿Cómo es el grado de organización para la aplicación de las técnicas en la comunidad?	5 Bajo nivel de organización.	10
E	Grado de dependencia de insumos externos.	1 50% del presupuesto para insumos externos.	10
F	Dependencia de créditos para el financiamiento de la producción.	10 No necesita de crédito para la producción.	10

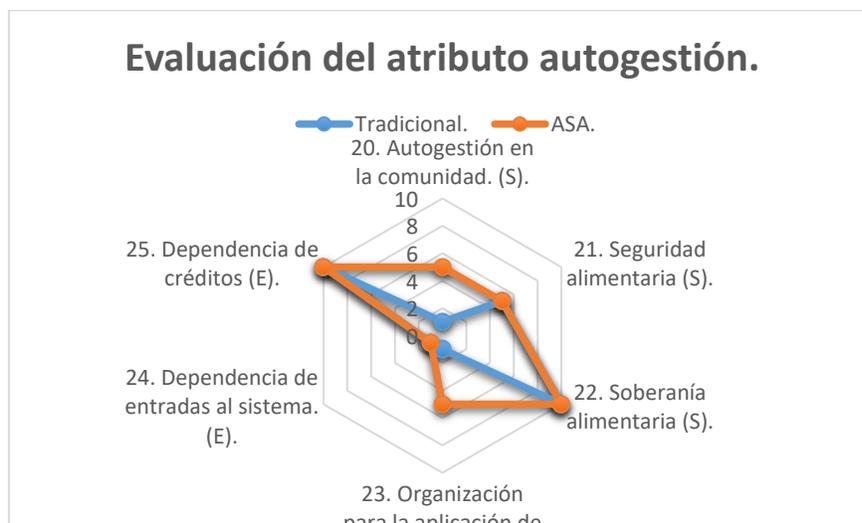


Figura 13. “Ameba” de Evaluación del Atributo autogestión de la parcela del productor Emilio Barahona.

7.6.2. Análisis de los Atributos y dimensiones de la parcela y del productor Emilio Barahona.

El estudio de sostenibilidad del Programa ASA dio como resultados que el productor mejor evaluado vive en el cantón El Cerro, municipio de San Simón, teniendo excelentes resultados debido a la adopción de las diferentes prácticas de agricultura sostenible promovidas por el programa, con un Índice General De Sostenibilidad (IGS) igual a ocho, indicando buenos resultados en la sostenibilidad de la parcela.

Cuadro 33. 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

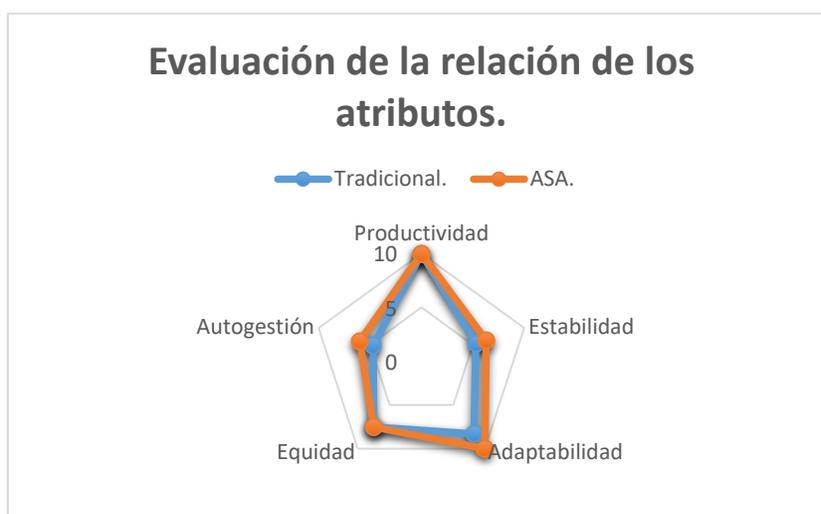


Figura 14. Evaluación de la relación de los Atributos del productor Emilio Barahona.

Cuadro 34. 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

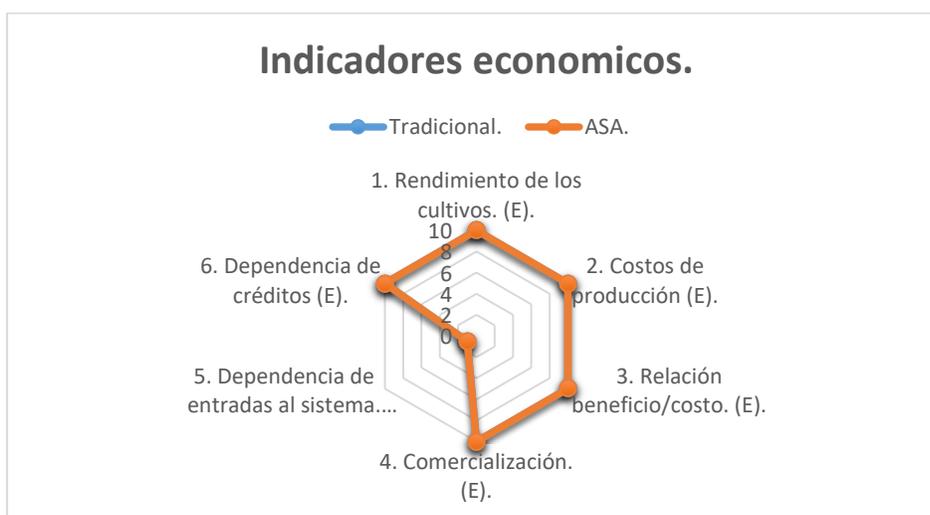


Figura 15. Evaluación de la dimensión económica de la parcela y del productor Emilio Barahona.

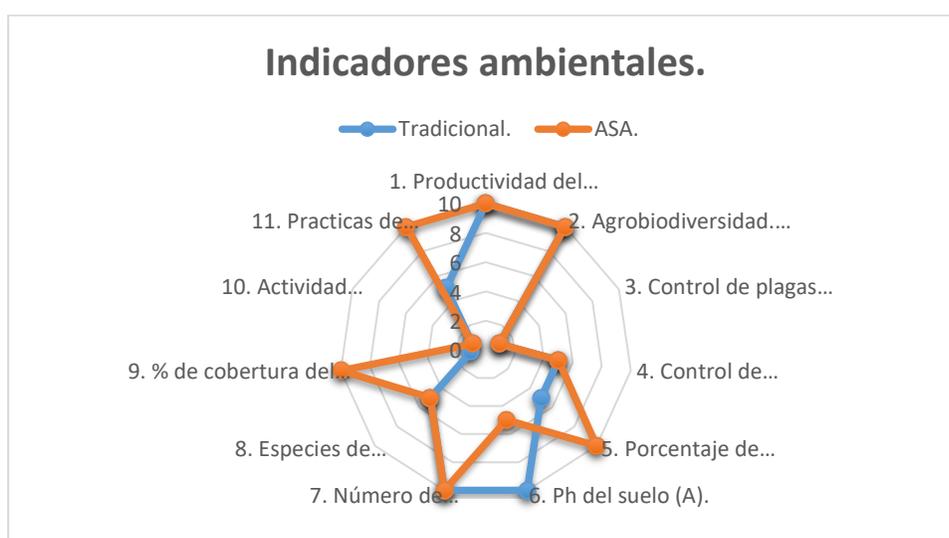


Figura 16. Evaluación de la dimensión ambiental de la parcela y del productor Emilio Barahona.



Figura 17. Evaluación de la dimensión social de la parcela y del productor Emilio Barahona.

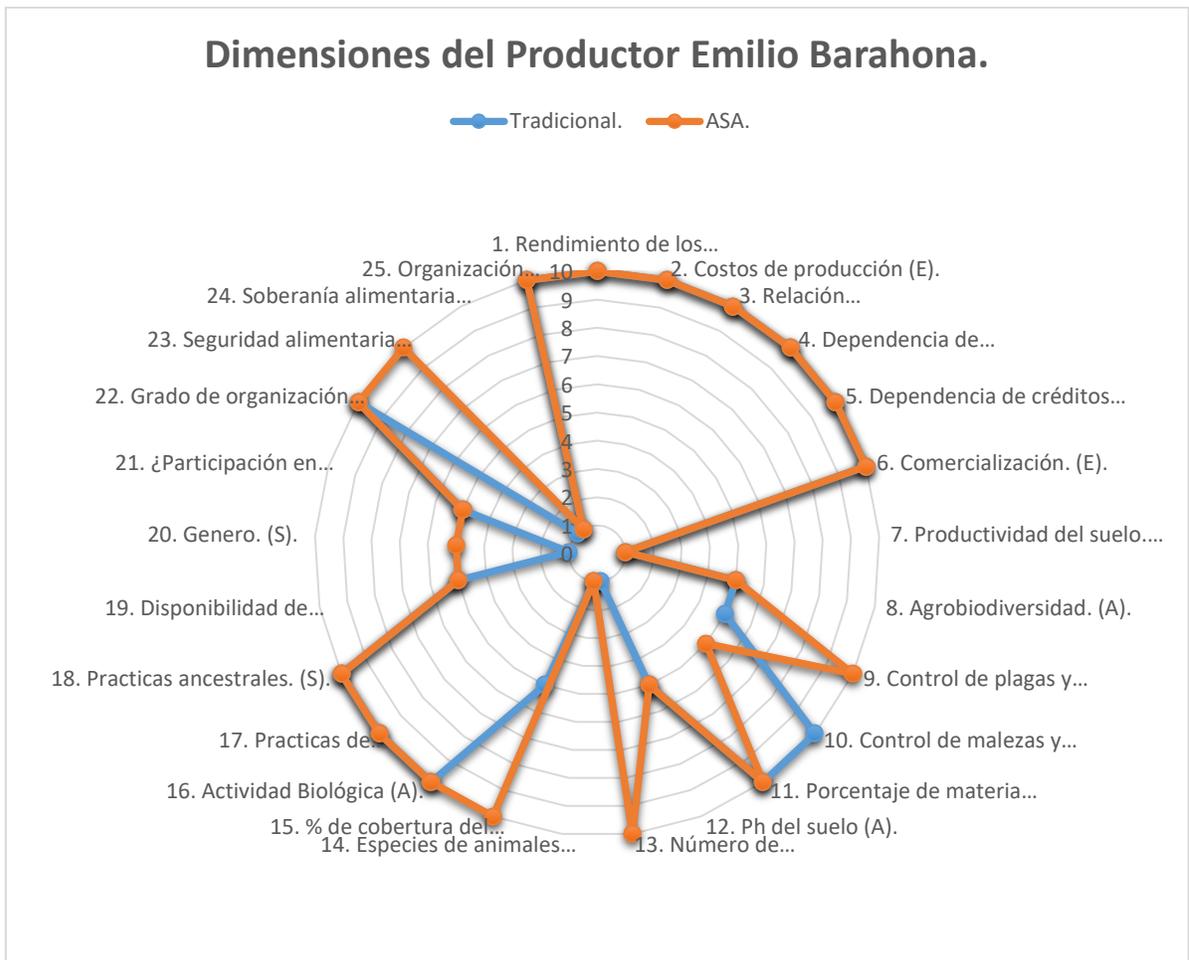


Figura 18. Ameba de sostenibilidad, productor Emilio Barahona.

7.6.3 Estudio de Caso 2.

Evaluación de la sostenibilidad de la parcela del productor José Guevara, con un nivel bajo de evaluación en el programa, quien reside en el cantón San Francisco municipio de San Simón, departamento de Morazán, El Salvador

1) Atributo de Productividad.

El estudio de este Atributo refleja que el productor no ha adoptado las prácticas de conservación de suelo y agua promovidas por el programa y si lo ha aplicado es muy poco, ya que no tiene mucho interés por mejorar las condiciones del suelo de su parcela ni su situación económica reflejando datos de productividad bajos.

Cuadro 35. Evaluación del Atributo Productividad en la finca del productor José Guevara.

Literales	Indicador	Valoración del productor	Valoración ideal del MESMIS
A	¿Cómo han sido los rendimientos de sus cosechas después de haber ingresado al Programa?	10 Los rendimientos han aumentado.	10
B	¿Cómo han sido los costos de producción de sus después de haber ingresado al Programa?	1 Los costos de producción han incrementado.	10
C	¿Cómo han sido la rentabilidad de los cultivos después de haber ingresado al Programa?	10 Rentabilidad económica positiva.	10
D	¿Cómo le han beneficiado las ventas a futuro?	5 Igual que el promedio nacional.	10
E	¿Cómo ha sido la productividad del suelo con el programa?	1 1 cosechas al año.	10

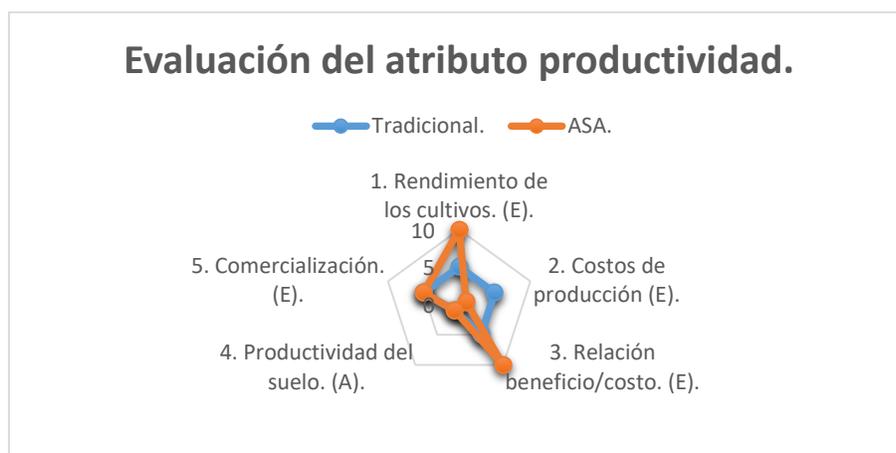


Figura 19. "Ameba" de Evaluación del Atributo Productividad de la parcela del productor José Guevara.

2) Atributo de estabilidad, confiabilidad y resiliencia.

El estudio de este Atributo refleja que el productor no ha implementado los cambios en su sistema de producción ni tampoco implementa las prácticas de conservación de suelo y agua que el programa promueve, con estos datos se considera que el nivel de estabilidad de la parcela es muy bajo y se necesita un cambio para mejorar dicho atributo afectando que el productor es arrendatario del suelo (cuadro 36, figura 20).

Cuadro 36. Evaluación del Atributo Productividad en la finca del productor José Guevara.

Literales	Indicador	Valoración del productor	Valoración ideal del MESMIS
A	¿Cuántos cultivos maneja en su parcela?	1 Monocultivo.	10
B	¿Cómo realiza el control de plagas y enfermedades?	1 Control químico.	10
C	¿Cómo realiza el control de malezas y arvenses?	5 Control racional.	10
D	Porcentaje de materia orgánica del suelo. (Según análisis de suelo).	5 2-4%	10
E	Ph del suelo. (Según análisis de suelo).	10 5.5 – 6.5.	10
F	Número de árboles/parcela.	1 Alta.	10
G	Especies de animales domésticos.	1 .0 especies.	10
H	% de cobertura del suelo.	10 Más del 50% de cobertura vegetal.	10
I	Actividad Biológica.	1 Baja.	10

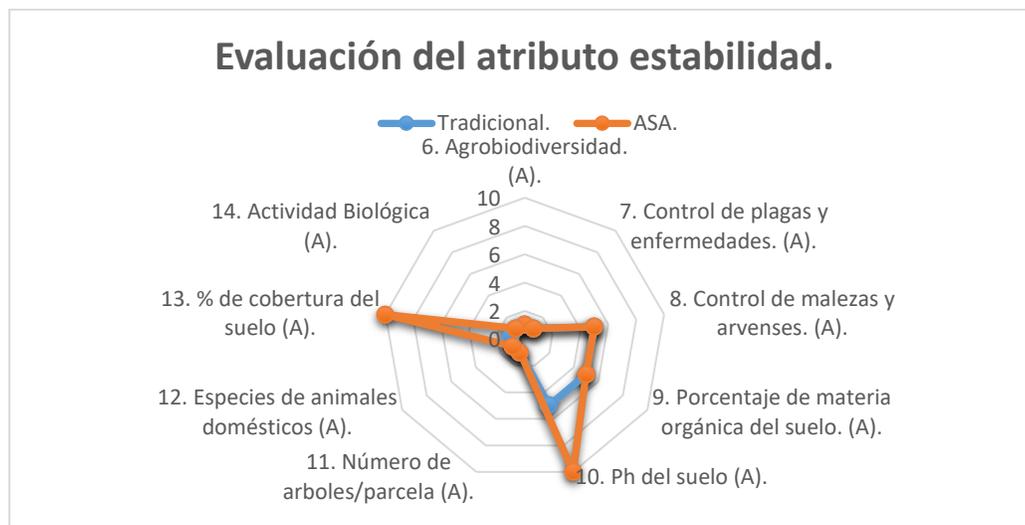


Figura 20. “Ameba” de Evaluación del Atributo estabilidad de la parcela del productor José Guevara.

3) Atributo de adaptabilidad.

El estudio de este Atributo permite conocer si la aplicación de las diferentes tecnologías promovidas por el programa, contribuyen a que la parcela o finca sea capaz de mantener su producción y productividad, aun cuando ocurran perturbaciones climáticas no esperadas. Los resultados demuestran que el atributo Adaptabilidad tiene una evaluación baja (cuadro 37, figura 21).

Cuadro 37. Evaluación del Atributo Adaptabilidad en la finca del productor José Guevara.

Literales	Indicador	Valoración del productor	Valoración ideal del MESMIS
A	¿Prácticas agrícolas que ha implementado en su parcela?	1 Menos de 3.	10
B	¿Utiliza semillas criollas en su parcela?	1 No utiliza semilla criolla	10
C	¿Cómo es la disponibilidad de mano de obra para las actividades agrícolas?	10 Disponibilidad de MO.	10



Figura 21. “Ameba” de Evaluación del Atributo adaptabilidad de la parcela del productor José Guevara.

4) Atributo de Equidad.

El estudio de este Atributo permite conocer si existe equidad en las decisiones, actividades, dentro de los hogares de los productores que participan en el programa. A través del estudio se conoció que en el caso del productor solamente él toma las decisiones en el hogar y en el caso de la participación en reuniones y talleres manifiesta que se capacitan más hombres que mujeres. (cuadro 38).

Cuadro 38. Evaluación del Atributo Equidad en la finca del productor José Guevara.

Literales	Indicador	Valoración del productor	Valoración ideal del MESMIS
A	¿En el hogar las decisiones quién las toma?	1 Hombre.	10
B	¿Cómo es la participación de las mujeres en las reuniones y talleres?	5 Se capacita más hombres que mujeres.	10

5) Atributo de autogestión.

A través del estudio de este Atributo se pudo conocer el nivel de organización comunitaria que existe en cada sitio objeto de este estudio, en donde la capacidad de gestión interna y externa se

considera que en niveles bajos debido a que 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 39, figura 22).

Cuadro 39. Evaluación del Atributo Autogestión en la finca del productor José Guevara.

Literales	Indicador	Valoración del productor	Valoración ideal del MESMIS
A	¿Cuál es el grado de organización, para la autogestión en la comunidad??	5 Poca organización.	10
B	¿Se logra alcanzar la seguridad alimentaria y nutricional de los productores con lo producido en la parcela?	1 No alcanza lo producido para la familia.	10
C	¿Cómo es la Soberanía alimentaria de los productores en el acceso de los alimentos?	10 Productores que consumen lo producido y compran localmente.	10
D	¿Cómo es el grado de organización para la aplicación de las técnicas en la comunidad?	5 Bajo nivel de organización.	10
E	Grado de dependencia de insumos externos.	1 50% del presupuesto para insumos externos.	10
F	Dependencia de créditos para el financiamiento de la producción.	1 Necesita 100% de crédito para la producción.	10

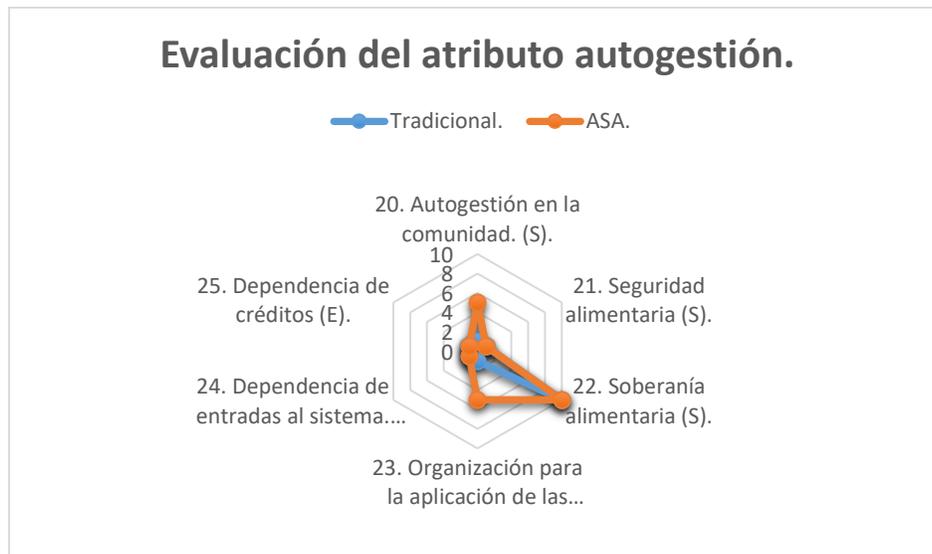


Figura 22. “Ameba” de Evaluación del Atributo autogestión de la parcela del productor José Guevara.

7.6.4. Análisis de los Atributos y dimensiones de la parcela y del productor José Guevara.

El estudio de sostenibilidad del Programa ASA dio como resultados que el productor peor evaluado vive en el cantón San Francisco, municipio de San Simón, teniendo excelentes resultados debido a la adopción de las diferentes prácticas de agricultura sostenible promovidas por el programa, con un Índice General De Sostenibilidad (IGS) igual a cuatro, indicando bajos resultados en la sostenibilidad de la parcela.

Cuadro 40. Evaluación de la relación de los Atributos en la finca del productor José Guevara.

Líteral	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

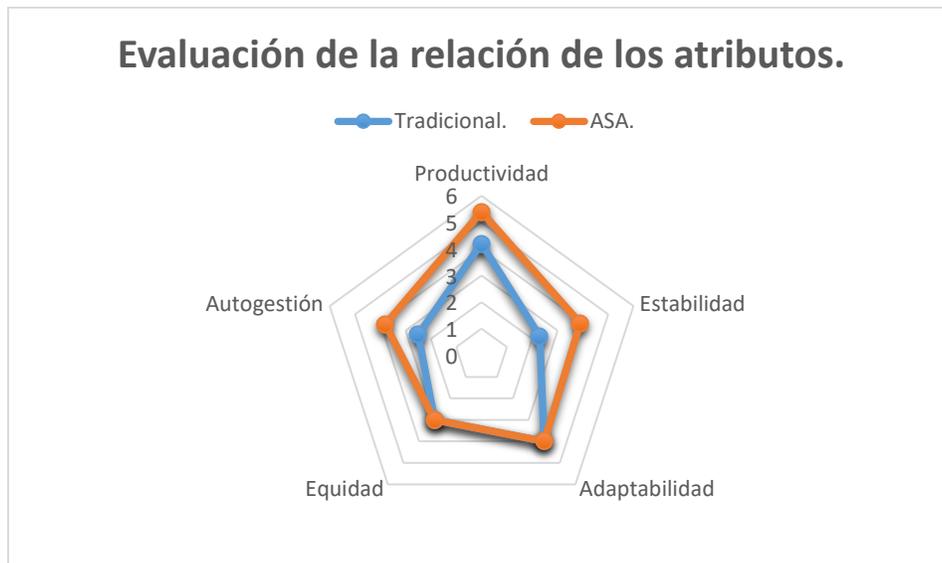


Figura 23. Evaluación de la relación de los Atributos del productor José Guevara.

Cuadro 41. 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



Figura 24. Evaluación de la dimensión económica de la parcela y del productor José Guevara.



Figura 25. Evaluación de la dimensión ambiental de la parcela y del productor José Guevara.

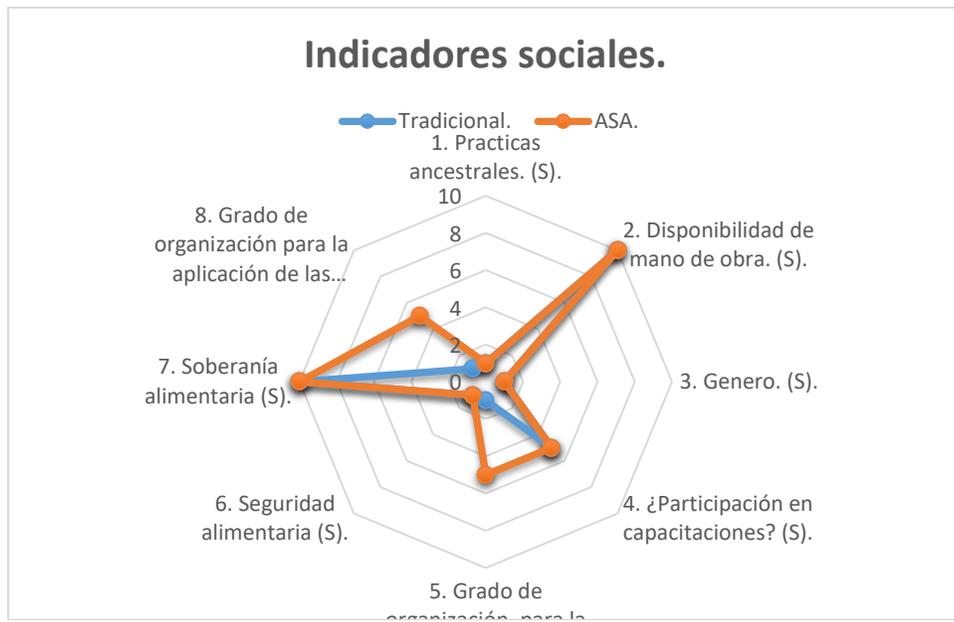


Figura 26. Evaluación de la dimensión social de la parcela y del productor José Guevara.

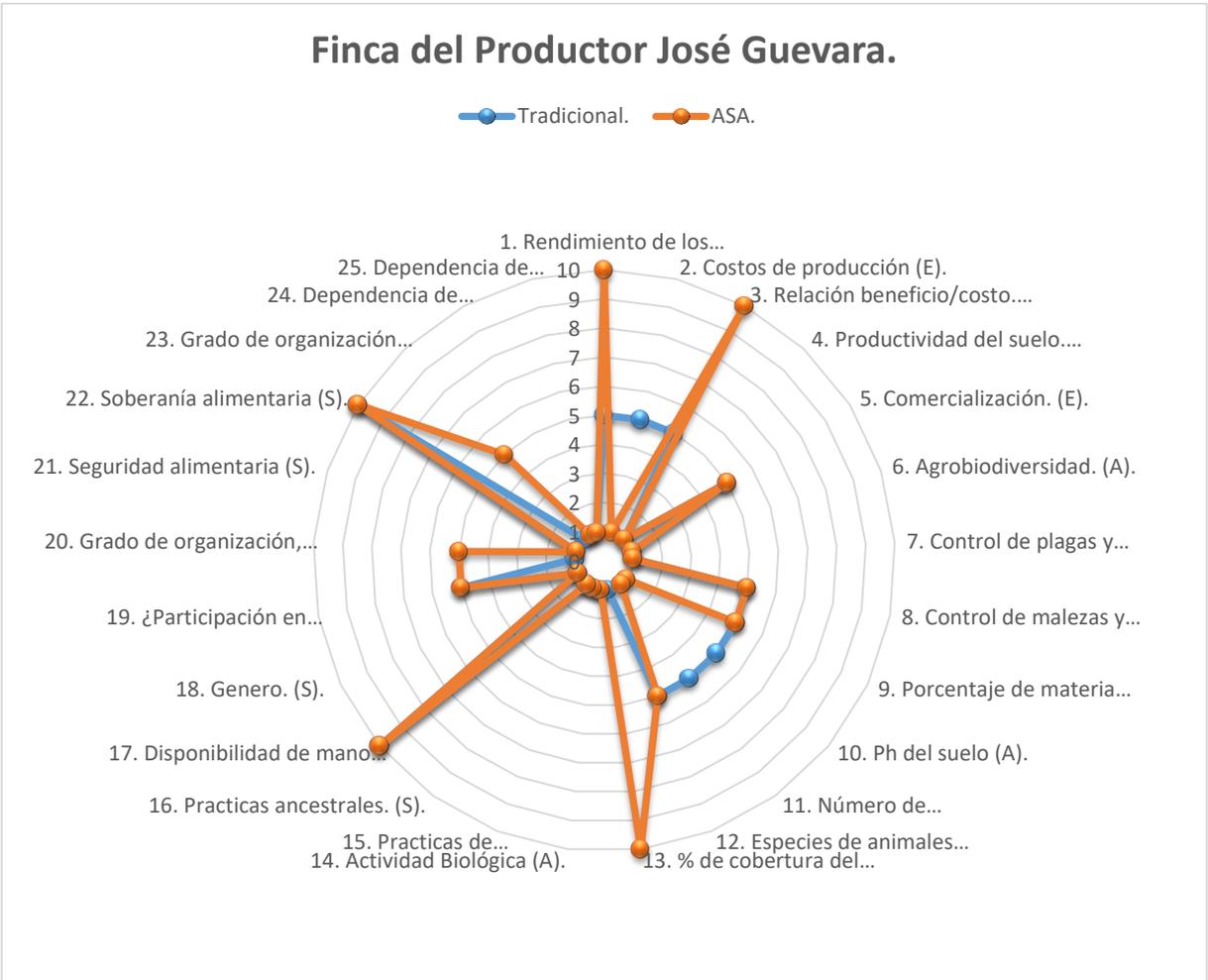


Fig. 27 Ameba de sostenibilidad, productor José Guevara.

VIII. CONCLUSIONES.

8.1. Conclusiones generales.

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.

8.2. Conclusiones específicas.

La relación B/C de 0.60 en el sistema de producción maíz (*Zea mays*) con el manejo tradicional, 1.78 en el sistema de producción maíz (*Zea mays*) ASA en el cantón San Francisco y de 0.96 en el sistema de producción frijol (*Phaseolus vulgaris*) tradicional y de 1.86 en el sistema de producción frijol maíz (*Phaseolus vulgaris*) ASA en 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.

Las tecnologías promovidas por el programa que fueron más aceptadas y adoptadas mediante el uso de las herramienta 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 practicas 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 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.

Por lo que se concluye que las comunidades han iniciado un proceso de transición de una agricultura convencional hacia una agroecológica, se ha avanzado en la primera etapa de mejorar las prácticas productivas e introducción de especies facilitadoras que puedan dar estabilidad al agroecosistemas.

IX. RECOMENDACIONES.

En la investigación las fincas de los productores presentan niveles de sostenibilidad moderados pero con tendencia al alza y se identificaron debilidades a mejorar para incrementar los índices de sostenibilidad hacia el manejo de agroecosistemas resilientes y complejos, dentro de ellos se encuentran incrementar la biodiversidad productiva animal y vegetal, utilización de los recursos de la finca, inclusión de prácticas vegetativas como las barreras vivas, y obras de conservación de suelos, rescate del conocimiento ancestral de las comunidades y procesos de organización y gobernanza de los recursos naturales.

Los resultados de la presente investigación pueden ser utilizados por los productores y productoras como una visión de manejo de sus fincas para la conservación del suelo y agua, biodiversidad con el objetivo de rehabilitar servicios ecosistémicos en las comunidades y para el caso de los tomadores de decisiones e instituciones públicas en la priorización de planes y políticas públicas de fomento de prácticas de conservación de los recursos naturales, organizaciones que hacen transferencia de conocimiento.

Incorporar dentro de los programas y proyectos los estudios de aceptación y adopción, sostenibilidad de tecnologías con el objetivo de monitorear y evaluar el impacto de las prácticas de conservación de suelo y agua al corto, mediano y largo plazo, mediante una adecuación a la realidad y necesidades de los productores y productoras que permita un desarrollo sostenible del medio rural.

X. 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.
- Aguilar-Jiménez, CE., Tolón-Becerra, A., Lastra-Bravo, X. (2011). Evaluación integrada de la sostenibilidad ambiental, económica y social del cultivo de maíz en Chiapas, México, Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias, 20 p. Disponible en http://revista.fca.uncu.edu.ar/images/stories/pdfs/2011-01/T43_11_Tolon_Becerra.pdf.
- 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), 1° 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>.
- Ayala Ortiz, DA & Guerrero, Hilda. (2009). Análisis comparativo de prácticas agrícolas sustentables en comunidades campesinas e indígenas de la Meseta Purépecha, México, Revista

Iberoamericana de Economía Ecológica, Vol. 13, 29-39 p. Disponible en http://www.redibec.org/IVO/rev13_03.pdf.

Bertalanffy, L. (1986). Teoría General de los Sistemas, TEORÍA GENERAL DE LOS SISTEMAS Fundamentos, desarrollo, aplicaciones, 336 p. Disponible en <https://cienciasyparadigmas.files.wordpress.com/2012/06/teoria-general-de-los-sistemas--fundamentos-desarrollo-aplicacionesludwig-von-bertalanffy.pdf>

Burpee, G., Janet, BS. Schmidt, A. (2015). Preparando a familias campesinas con pequeñas fincas para adaptarse al cambio climático: Manual de Bolsillo 3. Disponible en <https://www.crs.org/sites/default/files/tools-research/pocket-guide-3-managing-water-resources-spanish.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%20ACEPTACION%20Y%20ADOPCION.pdf>.

CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal). (2018). Guía técnica de conservación de suelo y agua (En línea). Disponible en http://centa.gob.sv/docs/guias/recursos%20naturales/Guia%20Centa_SueloYAgua_3.dic.2018.pdf.

CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). (2010). La Economía del Cambio Climático en Centroamérica (en línea), México, DF, 144 p. Consultado 5 feb. 2020. Disponible en https://www.sica.int/documentos/la-economia-del-cambio-climatico-en-centroamerica_1_55086.html.

CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe), FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación), IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). (2019). Perspectivas de la agricultura y del desarrollo rural en las Américas: una mirada hacia América Latina y el Caribe 2019-2020. San José, Costa Rica, 134 pág. Disponible en https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/45111/CEPAL-FAO2019-2020_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

CIMMIT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo). (1993). La adopción de tecnologías Agrícolas: Guía para el diseño de encuestas, (en línea), México D.F. Disponible en <https://repository.cimmyt.org/bitstream/handle/10883/894/42408.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

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

CRS (Catholic Relief Services), CIAT (Centro Internacional de Agricultura tropical), CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo). (2012). Resumen del estudio tortillas en el comal. los sistemas del maíz y frijol en Centroamérica y el cambio climático, (En línea). Disponible en <https://www.crs.org/sites/default/files/tools-research/resumen-del-reporte-tortillas-en-el-comal.pdf>.

CRS (Catholic Relief Services), Hynes, K., Aprile, H. (2015). Programa de Agricultura, Suelos y Agua en Mesoamérica (En línea). Disponible en kellie.hynes@crs.org.

Earthscan & Colombo. (2007). Evaluación exhaustiva del manejo del Agua en Agricultura. Agua para la Alimentación, Agua para la Vida, (En línea), Londres, 57 p. Consultado 7 feb. 2020. Disponible en <https://www.iwmi.cgiar.org/assessment/Publications/books.htm>.

Eitzinger, A., Läderach, P., Sonder, K., Schmidt, A., Sain, G., Beebe, S., Rodríguez, B., Fisher, M., Hicks, P. (2013). Tortillas en el Comal: Los Sistemas de Maíz y Frijol de América Central y el Cambio Climático, 6 p. Disponible en https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/41675/politica_sintesis6_tortillas_en_comal.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Espinosa, J & Molina, E. (1999). Acidez y encalado de los suelos, 46 p. Disponible en [http://nla.ipni.net/ipniweb/region/nla.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/c093707b0327c2fe05257a40005f359f/\\$FILE/L%20Acidez.002.pdf/L%20Acidez.pdf](http://nla.ipni.net/ipniweb/region/nla.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/c093707b0327c2fe05257a40005f359f/$FILE/L%20Acidez.002.pdf/L%20Acidez.pdf).

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). (2017). EL ESTADO MUNDIAL DE LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION 2017: aprovechar los sistemas alimentarios para lograr una transformación rural, (En línea), Roma, 201 p. Disponible en <http://www.fao.org/3/a-I7658s.pdf>.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). (2011). El estado de los recursos de tierras y aguas del mundo para la alimentación y la agricultura La gestión de los sistemas en situación de riesgo, (En línea), Madrid España, Ediciones Mundi-Prensa, 338 p. Disponible en <http://www.fao.org/3/a-i1688s.pdf>.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). (2016). Estado mundial del Recurso Suelo: resumen técnico (En línea), Roma, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 92 p. Disponible en <http://www.fao.org/3/a-i5126s.pdf>.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2015). Construyendo una visión común para la agricultura y alimentación sostenibles – Principios y enfoques, 55 p. Disponible en <http://www.fao.org/3/a-i3940s.pdf>.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2017). Directrices voluntarias para la gestión sostenible de los suelos, (En línea), Roma, 26 p, Disponible en <http://www.fao.org/3/a-i6874s.pdf>.

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

Florentín, M., Ovelar, M., Santacruz, W. (2013). Sistemas de manejo de suelo para pequeñas fincas: efecto sobre las propiedades químicas del suelo y el rendimiento de maíz (*Zea mays* L.) departamento de San Pedro, Investigación Agraria, volumen (8), Número (1), 25-31 p. Disponible en <http://www.agr.una.py/revista/index.php/ria/article/view/109/105>.

García, SG. (2011). Impactos del cambio climático sobre la biodiversidad y seguridad alimentaria en El Salvador, 42 p. Disponible en <https://www.unes.org.sv/wp-content/uploads/2011/01/Impactos-del-Cambio-Climatico.pdf>.

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/>.

Hatfield, J., Sauer, T., Prueger, J. (2001). Managing Soils to Achieve Greater Water Use Efficiency: A Review. Publications from USDA-ARS / UNL Faculty, 271-280 p. Disponible en <https://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=2346&context=usdaarsfacpub>.

Hildebrand, PE & F Poey. (1989). Ensayos agronómicos en fincas según el enfoque de sistemas agropecuarios (en línea), Editorial Agropecuaria Latinoamericana, Inc. Gainesville, Florida. Disponible en <https://ufdc.ufl.edu/UF00054330/00001/2j>.

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.

IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). (2014). Participación del sector agropecuario latinoamericano en las negociaciones de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático y en otros foros internacionales, resultados del Encuentro Regional “Fortalecimiento del Diálogo Interamericano sobre Agricultura y Cambio Climático”. (en línea), Sede Central del IICA, San José, Costa Rica, 8 p. Disponible en https://infoagro.net/sites/default/files/migrated_documents/attachment/ES_213vbfh225561.pdf.

IPNI (INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE). (2009). Memorias del simposio Uso Eficiente de Nutrientes presentado por el IPNI en el XVIII Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo, (en línea), San José, Costa Rica, 61 p. Disponible en [http://nla.ipni.net/ipniweb/region/nla.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/c093707b0327c2fe05257a40005f359f/\\$FILE/U%20E%20N.002.pdf/U%20E%20N.pdf](http://nla.ipni.net/ipniweb/region/nla.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/c093707b0327c2fe05257a40005f359f/$FILE/U%20E%20N.002.pdf/U%20E%20N.pdf).

José Restrepo, M., Diego Iván Ángel, S., Martín Prager, M. (2000). Agroecología, (En línea), Santo Domingo, República Dominicana. Disponible en <https://www.socla.co/wp-content/uploads/2014/Libro-Agroecologia-Cedaf-2000.pdf>.

Limongi, A. & Jimmy, R. (2002). Caracterización del sistema agroforestal “maíz con árboles dispersos” en la cuenca del río Carrizal, Manabí, Ecuador. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 101 p. Disponible en <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/4888/1/INIAPEEPT2002104.pdf>.

MARN (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales). (2017). Informe Nacional del Estado del Medio Ambiente (INEMA) en línea, San Salvador, El Salvador, 218 p. Disponible en <http://www.marn.gob.sv/inema2017.pdf>.

MARN (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales). (2019). Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático en línea, consultado 5 feb 2020. Disponible en <http://cidoc.marn.gob.sv/documentos/plan-nacional-de-adaptacion-al-cambio-climatico/>.

Martínez Castillo, Róger. (2009). Sistemas de producción agrícola sostenible, vol. 22, N° 2, , 23-39 p. Disponible en <https://www.dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4835851.pdf>

Masera, Omar., Astier, Marta., López-Ridaura, Santiago. (1999). Sustentabilidad y manejo de recursos naturales el marco de evaluación MESMIS (En línea), GRUPO INTERDISCIPLINARIO DE TECNOLOGÍA RURAL APROPIADA A.C. México, 157 p. Disponible en <http://www.mesmis.unam.mx:8080/MESMIS2/faces/index.xhtml>.

Masera, Omar & López-Ridaura, Santiago. (2005). Sustentabilidad y sistemas campesinos (En línea), 347 p. Disponible en <http://www.mesmis.unam.mx:8080/MESMIS2/faces/index.xhtml>.

PASOLAC (Programa para la Agricultura Sostenible en laderas de América Central). (1999). Índice de aceptabilidad: Introducción de una herramienta sencilla de seguimiento a la transferencia con dos ejemplos, 47 p, Managua, Nicaragua.

PASOLAC (Programa de agricultura sostenible en laderas de América Central). (2006). Guía para la elaboración de estudios de adopción de tecnologías de manejo sostenible de suelo y agua, Tegucigalpa, Managua y San Salvador. Disponible en <http://cartografia.mag.gob.sv/index.php/documentacion-tecnica/category/4-guias-tecnicas>.

Pound, B. (1999). Cultivos de Cobertura para la Agricultura Sostenible en América Latina, 24 p. Disponible en <http://www.fao.org/ag/aga/agap/frg/agrofor1/pound7.pdf>.

PRISMA (Programa Salvadoreño de Investigación sobre Desarrollo y Medio Ambiente). (2017a). Cambio climático en El Salvador: Impactos, respuestas y desafíos para la reducción de la vulnerabilidad (en línea), San Salvador, El Salvador, 16 p. Disponible en <https://prisma.org.sv/cambio-climatico-en-el-salvador-impactos-respuestas-y-desafios-para-la-reduccion-de-la-vulnerabilidad>.

PRISMA (Programa Salvadoreño de Investigación sobre Desarrollo y Medio Ambiente). (2017b). Dinámicas de exclusión y Degradación Ambiental en El Salvador (En línea), San Salvador, El Salvador, 118 p. Disponible en <https://prisma.org.sv/dinamicas-de-exclusion-y-degradacion-ambiental-en-el-salvador>.

Rockström, J., Hatibu, N., Oweis, TY. Wani, S. (2007). Managing water in rainfed agriculture (En línea), Molden, D. London and Colombo, 315-352 p. Disponible en <http://www.iwmi.cgiar.org/assessment/Water%20for%20Food%20Water%20for%20Life/Chapters/Chapter%208%20Rainfed.pdf>.

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>.

Spedding, W. (1975). The biology of agricultural systems. Academic Press. Londres. 261 p.

Steduto, P., Hsiao, TC. Fereres, E. (2007). On the conservative behavior of biomass water productivity. *Irrigation Science* 25, 189-207 p. Disponible en <https://doi.org/10.1007/s00271-007-0064-1>.

XI. ANEXOS.

Anexo 1. Información de los productores en la investigación.

N°	Municipio.	Comunidad.	Nombre del productor.
1	San Simón.	San Francisco.	Alexander Ventura Hernández
2	San Simón.	San Francisco.	Antonio Aníbal Sorto
3	San Simón.	San Francisco.	Antonio Sorto
4	San Simón.	San Francisco.	Armando Amaya Ventura
5	San Simón.	San Francisco.	Arnoldo Amaya Hernández
6	San Simón.	San Francisco.	Arturo Hernández
7	San Simón.	San Francisco.	Bernardo Ventura Ramírez
8	San Simón.	San Francisco.	Brígido Santos
9	San Simón.	San Francisco.	David Arnoldo Ventura
10	San Simón.	San Francisco.	Domingo Hernández García
11	San Simón.	San Francisco.	Francisco Sorto
12	San Simón.	San Francisco.	José Ambrosio Guevara Coca
13	San Simón.	San Francisco.	José Emilio Díaz Amaya
14	San Simón.	San Francisco.	José Isidoro Guevara H
15	San Simón.	San Francisco.	José Jesús Santos
16	San Simón.	San Francisco.	José Santos Cabrera Hernández
17	San Simón.	San Francisco.	Juan Bautista Argueta
18	San Simón.	San Francisco.	Juan Danilo Barahona
19	San Simón.	San Francisco.	Leónidas Amaya Hernández
20	San Simón.	San Francisco.	Luciano Hernández
21	San Simón.	San Francisco.	Margarito Chicas Luna
22	San Simón.	San Francisco.	Margarito Ventura
23	San Simón.	San Francisco.	María Guevara Argueta
24	San Simón.	San Francisco.	Melvin Eduardo Amaya

25	San Simón.	San Francisco.	Pablo Hernández.
26	San Simón.	San Francisco.	Reynaldo Santos
27	San Simón.	San Francisco.	Salvador Reynaldo Guevara
28	San Simón.	El Cerro.	Agustín Guevara Martínez
29	San Simón.	El Cerro.	Alfredo Guevara Martínez
30	San Simón.	El Cerro.	Antonio Guevara Martínez
31	San Simón.	El Cerro.	Diego Jurado Monteagudo
32	San Simón.	El Cerro.	Emilio Barahona
33	San Simón.	El Cerro.	Epifanio Jurado
34	San Simón.	El Cerro.	Esperancita Aranda Hernández
35	San Simón.	El Cerro.	Felicito Guevara Martínez
36	San Simón.	El Cerro.	José Candelario Gómez
37	San Simón.	El Cerro.	José Dimas Fuentes Hernández
38	San Simón.	El Cerro.	José Ernesto Alvarado Jurado
39	San Simón.	El Cerro.	José Ovilio Díaz.
40	San Simón.	El Cerro.	Juan De Dios Martínez Gómez
41	San Simón.	El Cerro.	Juan Francisco Díaz.
42	San Simón.	El Cerro.	María Antonia Aranda
43	San Simón.	El Cerro.	Miguel Ángel Guevara Martínez
44	San Simón.	El Cerro.	Rosalio Guevara Reyes
45	San Simón.	El Cerro.	Santos Domingo Escobar Guevara
46	San Simón.	El Cerro.	Santos Joel Guevara Martínez
47	San Simón.	El Cerro.	Santos María Martínez

Anexo 2. Encuesta para caracterización de finca y familia.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

Fecha: _____

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

Boleta No: _____

ESCUELA DE POSGRADO Y EDUCACIÓN

CONTINUA.

Sistema: _____

MAESTRÍA EN CIENCIAS EN AGRICULTURA SOSTENIBLE.

ENCUESTA PARA CARACTERIZACIÓN SOCIOECONOMICA Y AMBIENTAL FINCA Y FAMILIA.

Nombre del entrevistado: _____

Caserío: _____

Cantón: _____

Municipio: _____

Georreferencia: _____

Pendiente del terreno _____ %

Textura del suelo _____

Altura sobre el nivel del mar _____

A) SEXO.

Sexo de la persona encuestada:

1. • M
2. • F

B) EDAD.

1. • 18-29 años (Hombre joven).
2. • 30 – 60 años (Hombre adulto).
3. • Mayor 60 años (Tercera edad).

C) ANALFABETISMO.

¿Sabe leer y escribir?

1. • SI
2. • No

- 3. • Solo leer

D) TENENCIA DE LA TIERRA.

¿Podría decirme cuál es la tenencia de su tierra?

- 1. • Propia
- 2. • Arrendada
- 3. • Copropietario.
- 4. • Otra (especifique)_____

E) TAMAÑO DE LA PROPIEDAD.

¿Podría decirme cual es el tamaño de toda su propiedad?: _____mz_____ tareas

¿Podría decirme que área del terreno ocupa para las siguientes actividades?

- 1. Agrícolas_____
- 2. Ganadería o pastos_____
- 3. Frutales_____
- 4. Forestales_____
- 5. Arrendadas_____
- 6. Tierras sin uso_____
- 7. Otro uso_____

F) VÍAS DE ACCESO.

¿Cómo son las vías de acceso a su propiedad para la entrada de vehículos u otro medio de transporte de carga?

- 1. • Buena
- 2. • Regular
- 3. • Mala
- 4. • No hay acceso

G) SERVICIOS BÁSICOS.

¿Qué servicios básicos posee en su casa?

- 1. • Agua potable
- 2. • Energía eléctrica

- 3. • Teléfono línea fija
- 4. • Teléfono celular
- 5. • Ninguno

¿De dónde obtiene el servicio de agua?

- 1. • Nacimiento.
- 2. • Pozo propio.
- 4. • Quebrada.
- 5. • Cantarera.

¿Realiza tratamiento de agua?

- 1. • Si
- 2. • No

H) EDUCACIÓN.

¿Hay Centro Escolar en el cantón?

- 1. • Si hasta qué grado: _____
- 2. • No

¿Cuántos de sus hijos asisten a la escuela?

Total, de hijos: _____ Asisten a la escuela: _____

¿Dejan de asistir a la escuela sus hijos (as) para poder ayudarle en los trabajos de su finca?

- 1. • Si
- 2. • No
- 3. • En algunas ocasiones

I) TIPO DE VIVIENDA.

¿Es propia la casa donde habita?

- 1. • Si
- 2. • No
- 3. • La está pagando

Tipo de construcción de vivienda:

- 1. • Sistema mixto
- 2. • Adobe
- 3. • Bahareque

- 4. • Lámina
- 5. • Madera
- 6. • Otro (especifique)_____

¿Tiene Letrina?

- 1. • Si
- 2. • No

¿Si es positivo que tipo?

- 1. • De fosa.
- 2. • Lavable.
- 3. • Abonera.
- 4. • Otro: _____

¿Tipo de cocina?

- 1. • Leña.
- 2. • Gas.
- 3. • Cocina ahorradora de leña.
- 4. • Otro: _____

J) MEDIOS DE VIDA.

Incluyéndolo a usted. ¿Cuántos son los miembros de su familia (padres e hijos) que habitan en su casa y que dependen económicamente de usted?

- 1. • Una persona
- 2. • Dos personas
- 3. • Tres personas
- 4. • Cuatro personas
- 5. • Cinco personas
- 6. • Mas de 5 personas

¿Otras actividades remuneradas a las que se dedica?

- 1. • Carpintería
- 2. • Albañilería
- 3. • Sastrería
- 4. • Negocios
- 5. • Otra actividad (especifique): _____

- 6. • No aplica

K) GASTO FAMILIAR.

a. ¿Cuánto es el gasto por mes en su casa ¿en \$USD dólares			
Alimentación:	\$USD	Salud	\$USD
Energía eléctrica:		Vestuario:	
Agua:		Diversión:	
Educación:			
b. ¿Qué otros gastos tienen en su casa por mes?			
Lista de gastos		\$USD	
1.			
2.			
3.			
c. ¿Cuánto gasta en combustible por mes?			

L) ORGANIZACIÓN.

¿Podría decirme en qué tipo de organización participa?

- 1. • ADESCO.
- 2. • Cooperativa.
- 3. • Asociación de productores.
- 6. • Comité social
- 7. • Ninguna
- 8. • Otra (especifique): _____

M) GENERO.

Quien toma las decisiones en el hogar.

- 1: hombre, 2: mujer, 3: ambos, 4: hijos, 5: hijas, 6: otros parientes, 7: contratos, 8: todos.

Actividades.	Personas.	
	Decide.	Realiza.
Que sembrar.		
Áreas de siembra.		
Que se vende		
Cuanto se vende		
Criar especies menores		
Criar especies mayores		
Alimentar		
Cuidar las siembras en la casa		
Oficios domésticos en la casa		
Obtención de leña		
Acarreo de agua		
Uso de mano de obra familiar		
Contrato de mano de obra		
Preparación de alimentos		
Que comprar		
Cuando comprar		
Participar en actividades Comunales		
Otras actividades no agropecuarias		

N) CAMBIOS EN LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN.

¿Puede mencionar algunos cambios importantes que ha incorporado en su parcela o finca a través del programa ASA?

1. • Introducción de nuevos cultivos _____
2. • Practicas de conservación de suelos _____
3. • Obras de conservación de suelos _____
4. • Forestales _____
5. • Buenas prácticas agrícolas _____
6. • Otros: _____

O) ASISTENCIA TECNICA.

¿Cómo califica el servicio recibido del programa ASA en los siguientes aspectos?

Deficiente	Regular	Bueno	Excelente
1	2	3	4
•	•	•	• Asistencia técnica
•	•	•	• Capacitación
•	•	•	• Enfoque de género
•	•	•	• Incentivos

P) ¿IMPLEMENTA PRÁCTICAS DE CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA? Describa cuales y cuantifique (área).

Nombre del lote	Prácticas agronómicas.	Prácticas vegetativas.	Prácticas estructurales	Área (m ²)
1.				
2.				
3.				

Q) BOSQUE Y FAUNA.

¿Tiene bosque en su finca?	Si _____ No: _____
¿Si tiene bosques, qué usos les da?	Madera: Aserrada (), Postes (), Leña (), Carbón (), otro ().
¿Qué especies de árboles existen en su bosque?	1.
	2.
	3.
¿Cuáles de esas especies son los más importantes en su bosque o finca?	
¿Existe fauna en su finca?	Si _____ No: _____
¿Indique las especies principales?	

¿Ha realizado estudios de suelo en campo y laboratorio?, Si: _____ No: _____

Materia orgánica	pH	P	K	Ca	Mg	Mn	Cu.	Zn.	Fe.	CICE.	Textura

R) BIODIVERSIDAD PRODUCTIVA.

a. Cultivo principal/ Animales	b. Divisiones de la Finca o Parcela		c. Manejo				Época de siembra cultivo principal (mz)	
			Asocio		Rotación			
	Nombre	Área (mz)	Cultivo	Área mz	Cultivo	Área mz	Primera	Postrera

S) LISTA DE CULTIVOS PERMANENTES (FRUTALES Y FORESTALES).

N°	Especie.	Cantidad.

T) ¿QUÉ RENDIMIENTOS PRODUCCIÓN AGRICOLA POR MANZANA?

a. Cultivo	b. Área cultivada		c. Producción total		d. Rendimiento o Productividad	
	Unidad de medida	Cantidad	Unidad de medida	Cantidad	Unidad de medida	Cantidad

U) ¿QUE PRODUCTOS DE CULTIVOS Y ANIMALES CONSUME, ¿COMERCIALIZA, A QUÉ PRECIO Y COSTO?

Para el caso de destinos de la producción usar C: Consumo, V: Venta CV: Consumo y Venta y para de vender la producción a quien le vende poner I: Intermediarios, C: Comunidad, ML: Mercado Local, MR: Mercado Regional y O: Otros.

Productos de cultivos, animales y forestales	Destino producción	¿Qué % de la producción vende?	¿En caso de vender la producción, a quien le vende?	Precio de Venta	Costo de Producción

V) RESUMEN ECONÓMICO.

Rubro.	Agrícola.	Pecuario.	Forestal
Ingresos.			
Costos.			
Rentabilidad.			

Anexo 3. Encuesta para medición de adopción de tecnologías.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

Fecha: _____

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

Boleta No: _____

ESCUELA DE POSGRADO Y EDUCACIÓN

CONTINUA.

Sistema: _____

MAESTRÍA EN CIENCIAS EN AGRICULTURA SOSTENIBLE.

ENCUESTA DE ADOPCIÓN DE TECNOLOGÍAS.

Nombre del entrevistado: _____

Caserío: _____

Cantón: _____

Municipio: _____

Georreferencia: _____

Área de la finca: _____

a) Adopción de tecnologías.

¿Conoció usted las prácticas ASA antes del 2015?

SI: _____

NO: _____

Prácticas.	Ha sido capacitado		Como conoció la tecnología.	Parámetros				
				Imple mentadas		Desde cuando	Que cantidad (mz).	Efectos observados.
	SI	NO		SI	NO			
1. No quema.								
2. Gestión de los residuos de los cultivos.								
3. Labranza de								

conservación.								
4. Arreglos espaciales.								
5. Gestión Integrada de la fertilidad del suelo.								
6. Agroforestería.								
7. Cultivos en asocio.								
8. Cultivos de cobertura.								
9. Rotación de cultivos.								
	TOTAL							

Tecnología de NO QUEMA.

Quema los rastrojos Sí ___ No ___

Porque. _____

Área en la que se ha implementado la práctica desde que se inició el proceso.

Área (mz)	Año
	2015
	2016
	2017
	2018
	2019
	2020

Causas que favorecen su adopción: _____

Causas que limitaron la adopción: _____

Tecnología de GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE LOS CULTIVOS.

Maneja Rastrojos dentro de la parcela. Sí ___ No ___

Porque. _____

Área en la que se ha implementado la práctica desde que se inició el proceso

Área (mz)	Año
	2015
	2016
	2017
	2018
	2019
	2020

Causas que favorecen su adopción: _____

Causas que limitaron la adopción: _____

Tecnología de LABRANZA DE CONSERVACIÓN.

Maneja Labranza de conservación. Sí ___ No ___

Porque. _____

Área en la que se ha implementado la práctica desde que se inició el proceso

Área (mz)	Año
	2015
	2016
	2017

	2018
	2019
	2020

Causas que favorecen su adopción: _____

Causas que limitaron la adopción: _____

Tecnología de ARREGLOS ESPACIALES.

Que distanciamientos de siembra maneja: _____

Porque. _____

Área en la que se ha implementado la práctica desde que se inició el proceso.

Área (mz)	Año
	2015
	2016
	2017
	2018
	2019
	2020

Causas que favorecen su adopción: _____

Causas que limitaron la adopción: _____

Tecnología de GESTIÓN INTEGRADA DE LA FERTILIDAD DEL SUELO.

Maneja El encalado del suelo. Sí ___ No ___

Maneja Las 4 R de la fertilización. Sí ___ No ___

Área en la que se ha implementado la práctica desde que se inició el proceso.

Área (mz)	Año
	2015
	2016
	2017
	2018
	2019
	2020

Causas que favorecen su adopción: _____

Causas que limitaron la adopción: _____

Tecnología de AGROFORESTERÍA.

Conoce en que consiste la Agroforestería. Sí ___ No ___

Área en la que se ha implementado la práctica desde que se inició el proceso.

Área (mz)	Año
	2015
	2016
	2017
	2018
	2019
	2020

Causas que favorecen su adopción: _____

Causas que limitaron la adopción: _____

Tecnología de CULTIVOS EN ASOCIO.

Maneja cultivos en asocio. Sí ___ No ___

Cuales: _____.

Área en la que se ha implementado la práctica desde que se inició el proceso.

Área (mz)	Año
	2015
	2016
	2017
	2018
	2019
	2020

Causas que favorecen su adopción: _____

Causas que limitaron la adopción: _____

Tecnología de CULTIVOS DE COBERTURA.

Maneja cultivos de cobertura. Sí ___ No ___

Cuales: _____.

Área en la que se ha implementado la práctica desde que se inició el proceso

Área (mz)	Año
	2015
	2016
	2017
	2018
	2019
	2020

Causas que favorecen su adopción: _____

Causas que limitaron la adopción: _____

Anexo 4. Encuesta para medición de indicadores de sostenibilidad.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

Fecha: _____

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS

Boleta No: _____

ESCUELA DE POSGRADO Y EDUCACIÓN

CONTINUA.

Sistema: _____

MAESTRIA EN CIENCIAS EN AGRICULTURA SOSTENIBLE.

ENCUESTA PARA MEDICION DE INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD.

Nombre del entrevistado: _____

Caserío: _____

Cantón: _____

Municipio: _____

Elevación: _____

Georreferenciación: _____

Objetivo: Generar información a través de la asignación de valores a cada indicador, que permita ejecutar la metodología MESMIS. Ponderación: 1 = valor menos deseable, 5 = valor medio y 10 = valor deseado.

Dimensiones: (A)= Ambiental; (E)= Económica; (S)= Social.

1) Atributos: Productividad.

a) Rendimiento del sistema. (E).

1- Han disminuido: _____

5- Se mantienen igual: _____

10- Han aumentado: _____

b) Costos de producción (E).

1- Han aumentado: _____

5- Se mantienen igual: _____

10- Han disminuido: _____

c) Relación beneficio/costo. (E).

1- Rentabilidad negativa: _____

5- Rentabilidad igual a cero: _____

10- Rentabilidad positiva: _____

d) Productividad del suelo. (A).

1- Baja, No más de una (1) cosecha y se requieren prácticas muy intensivas de manejo de suelos para

mejorar significativamente la baja producción: _____

5- Media, No más de dos (2) cosechas al año de cultivos de ciclo corto y con prácticas intensivas de manejo de suelos para mejorar su producción: _____

10 – Alta, Es posible realizar hasta tres (3) cosechas de cultivos de ciclo corto al año y tener buenos rendimientos: _____

e) Comercialización. (E).

¿Cómo le han beneficiado las ventas a futuro?

1- No ha beneficiado el precio: _____

5- Igual al promedio de país: _____

10- Precio superior al promedio de país: _____

2) Atributo Estabilidad – Confiabilidad / Resiliencia.

a) Agrobiodiversidad. (A).

1- Un solo cultivo (Monocultivo): _____

5- Dos cultivos en la misma parcela: _____

10- Más de tres cultivos en la misma parcela (Policultivo): _____

b) Control de plagas y enfermedades. (A).

1- Control químico solamente: _____

5- Control biológico: hongos y bacterias y/o introduce o libera insectos benéficos o control físico con trampas, mallas finas, cintas plásticas con aceites: _____

10- Plantas repelentes (Alelopatía) o preparados vegetales o realiza un manejo integrado con control físico, biológico y químico: _____

c) Control de malezas o arvenses. (A).

1- Control químico solamente: _____

5- Control racional de químico y manual: _____

10- Control con cobertura vegetal viva y muerta y siembra de abonos verdes: _____

d) Porcentaje de materia orgánica del suelo. (A).

1- Baja < 2 % _____

5- Media 2 - 4 % _____

10- Alta > 4 % _____

e) Ph del suelo (A).

1- Baja < 4.5 _____

5- Media. 4.5 – 5.5 _____

10- Alta 5.5 – 6.5 _____

f) Número de forestales/parcela (A).

1- Baja, 0 forestales _____

5- Media, 25 forestales _____

10- Alta, 50 forestales _____

g) Número de frutales/parcela (A).

1- Baja, 0 frutales _____

5- Media, 25 frutales _____

10- Alta, 50 frutales _____

h) Especies de animales domésticos (A).

1- Baja, 0 especies _____

5- Media, 1 especies _____

10- Alta, 2 especies _____

i) % de cobertura del suelo (A).

1- Baja, Suelo desnudo _____

5- Media, Menos de 50 % del suelo cubierto por residuos, hojarasca _____

10- Alta, Más del 50 % del suelo con cobertura viva o muerta _____

j) Actividad Biológica (A).

1- Baja, Sin signos de actividad biológica, no se observan lombrices o invertebrados (insectos, arañas, artrópodos) _____

5- Media, Se observan algunas lombrices y artrópodos _____

10- Alta, Mucha actividad biológica, abundantes lombrices y artrópodos

3) Atributo adaptabilidad.

a) Practicas de conservación de los recursos naturales RRNN. (A).

¿Prácticas agrícolas que ha implementado en su parcela?

1- Menos de 3: _____

5- Entre 3 y 10: _____

10- Más de 10: _____

¿Cuales? _____

b) Practicas ancestrales. (S).

1- No utiliza semilla criolla: _____

5- Utiliza semillas criollas de una especie: _____

10- Utiliza semillas criollas en más de una especie: _____

c) Disponibilidad de mano de obra. (S).

1- La escasez de MO afecta costos y la calidad de trabajos: _____

5- Contrata MO, incurre en costos de transporte y alimento: _____

10- Hay disponibilidad de MO de calidad y eficiente: _____

4) Atributo equidad.

a) Genero. (S).

¿En el hogar las decisiones quien las toma?

1- El jefe de familia: _____

5- jefa de familia: _____

10- Ambos: _____

b) Participación en capacitaciones (S).

1- Se capacitan solo hombres: _____

5- Se capacita más hombres que mujeres: _____

10- Se capacita por igual a hombres y mujeres: _____

5) Atributo autogestión o auto dependencia.

a) Grado de organización, para la autogestión en la comunidad. (S).

1- ¿No hay organización para gestionar proyectos? _____

5- ¿Poca organización, para la gestión de proyectos? _____

10- ¿Hay un alto nivel de organización, para la gestión de proyectos? _____

b) Seguridad alimentaria (S).

1- La seguridad alimentaria y nutricional de los productores no se logra alcanzar con lo producido en la parcela.: _____

5- La seguridad alimentaria y nutricional de los(as) productores se mantiene igual con lo producido en la parcela.: _____

10- La seguridad alimentaria y nutricional de los(as) productores se logra alcanzar con lo producido en la parcela.: _____

c) Soberanía alimentaria (S).

1- Agricultores que compran todo en supermercados o a sus vecinos: _____

5- Agricultores que consumen lo que producen y compran a los supermercados: _____

10- Agricultores consumen lo que producen, compran a sus vecinos y en menor proporción a los supermercados: _____

d) Grado de organización para la aplicación de las técnicas en la comunidad. (S).

1- No hay organización: _____

5- Bajo Nivel de organización: _____

10- Alto nivel de organización: _____

e) Dependencia de entradas al sistema. (E).

Grado de dependencia de insumos externo

1- 50% del presupuesto para insumos externos: _____

5- Entre un 25% - 50% del presupuesto en insumos externos: _____

10- Menos del 25% del presupuesto en insumos externos: _____

f) Dependencia de créditos (E).

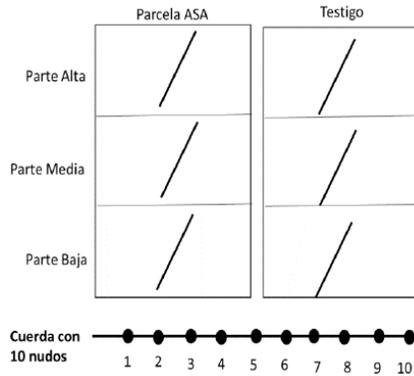
1- Necesita el 100% de financiamiento para la producción: _____

5- Necesita un 50% de crédito para la producción: _____

10- Es capaz de autofinanciar la producción: _____

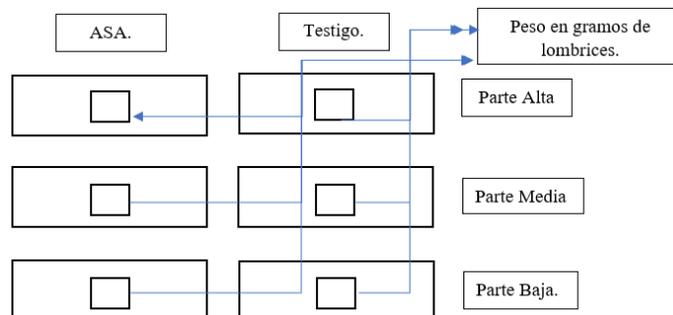
Anexo 5. Muestreo de cobertura vegetal.

Para la toma de datos de cobertura vegetal del suelo se procederá a utilizar una cuerda de 5 m de largo, que consta de 10 puntos marcados cada 50 centímetros. Se procederá a tirar la cuerda contando los puntos que contengan cobertura vegetal para sacar el porcentaje total de cobertura presente. Esto se realizó en las tres áreas identificadas en cada parcela los datos se tomarán en una hoja de campo.



Anexo 6. Protocolo para macrofauna del suelo.

Para la recolecta, conteo de especies existentes en suelo de las parcelas, se realizaron tres monolitos con dimensiones de 30x30x30 cm por cada parcela en las partes alta, media y baja siguiendo lo propuesto por (USDA, 1999). Se contaron las especies presentes a diferentes profundidades de 0-10, 10-20, 20-30 para agruparlas por estrato de suelo diferenciando al grupo de lombrices. Se tomó el peso vivo (en gramos), los datos obtenidos se detallarán en una hoja de campo.



Anexo 7. Valores de sostenibilidad por productor en las evaluaciones económica, social y ambiental, en el cantón El Cerro, municipio de San Simón, Departamento de Morazán.

N°	Productores (as).	2015 (Tradicional).				2020 (ASA).			
		\bar{x} Económica	\bar{x} Ambiental	\bar{x} Social	IGS	\bar{x} Económica	\bar{x} Ambiental	\bar{x} Social	IGS
Cantón El Cerro.									
1	Jose Ovilio Diaz Diaz.	4.3	3.6	6.5	4.8	6.2	6.0	8.8	7.0
2	Esperancita Aranda Hernandez	5.2	2.4	4.8	4.1	6.2	3.3	7.0	5.5
3	María Antonia Aranda de Jurado.	5.2	2.5	4.1	3.9	6.2	2.5	6.4	5.0
4	Santos Joel Guevara Martinez	5.2	3.2	4.9	4.4	6.2	5.2	7.1	6.2
5	Jose Candelario Gomez	3.7	2.8	4.9	3.8	4.7	4.8	7.1	5.5
6	Santos Marina Martinez	4.3	3.6	7.1	5.0	5.3	6.0	9.4	6.9
7	Juan Francisco Diaz Diaz	5.2	2.8	4.9	4.3	6.2	4.4	7.1	5.9
8	Agustin Guevara Martinez	5.2	3.3	4.8	4.4	6.2	4.8	7.0	6.0
9	Santos Domingo Escobar	4.3	3.6	5.4	4.4	5.3	5.1	7.6	6.0

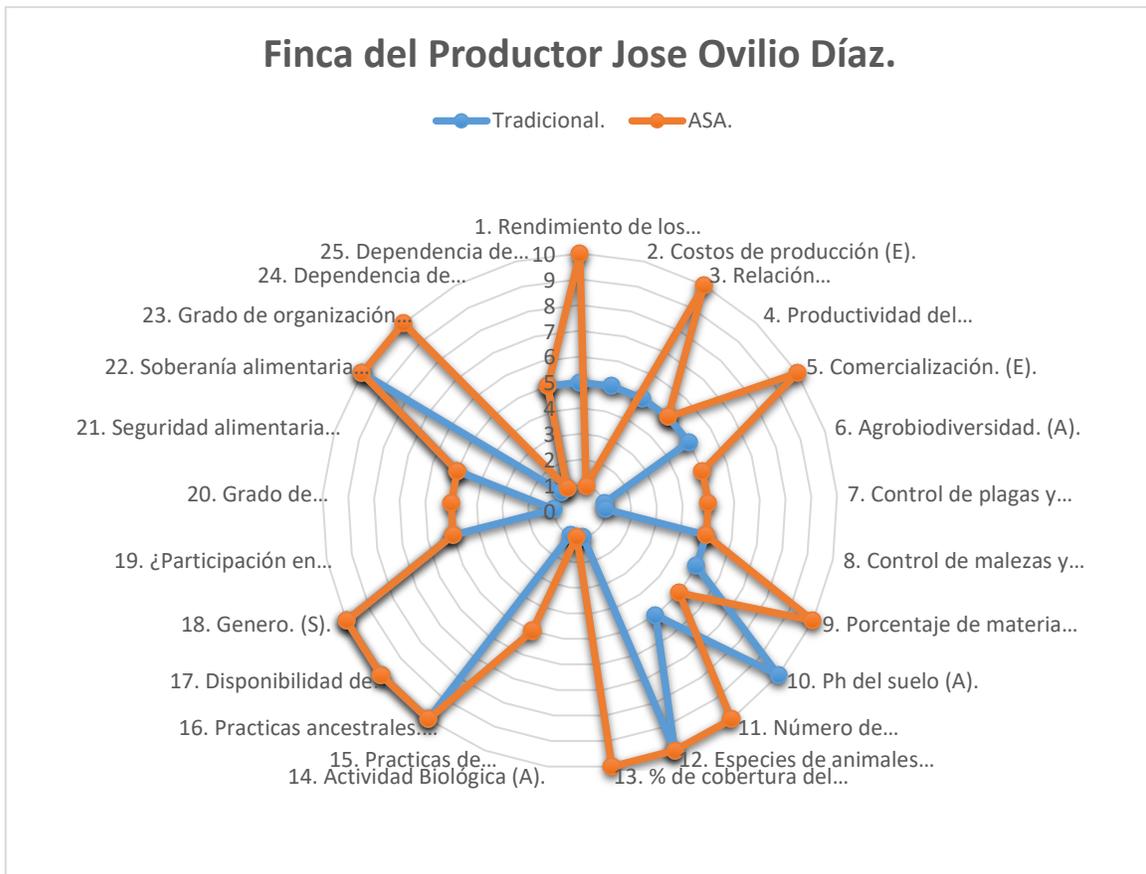
10	Epifanio Jurado	5.2	2.4	6.5	4.7	6.2	3.9	8.8	6.3
11	Diego Jurado	5.2	3.2	5.9	4.7	6.2	4.3	8.1	6.2
12	José Dimas Fuentes Hernández.	5.2	2.8	4.8	4.2	6.2	4.5	7.0	5.9
13	Felicito Guevara Martinez	5.2	3.3	5.4	4.6	6.2	4.4	7.6	6.1
14	José Ernesto Alvarado Jurado.	5.2	3.3	6.5	5.0	6.2	5.6	8.8	6.9
15	Miguel Angel Guevara Martinez	5.2	3.2	6.5	4.9	6.2	4.3	8.8	6.4
16	Alfredo Guevara Martinez	5.2	3.2	6.5	4.9	6.2	4.3	8.8	6.4
17	Antonio Guevara Martinez	5.2	3.2	6.5	4.9	6.2	4.7	8.8	6.5
18	Emilio Barahona	8.5	4.8	6.5	6.6	8.5	6.1	8.8	7.8
19	Juan De Dios Martínez Gómez	5.2	3.2	5.4	4.6	6.2	4.4	7.6	6.1
20	Rosalío Guevara Reyes	5.2	3.2	4.3	4.2	6.2	4.7	6.5	5.8
PROMEDIO.		5.1	3.2	5.6	4.6	6.1	4.7	7.8	6.2

Anexo 8. Valores de sostenibilidad por productor en las evaluaciones económica, social y ambiental, en el cantón San Francisco, municipio de San Simón.

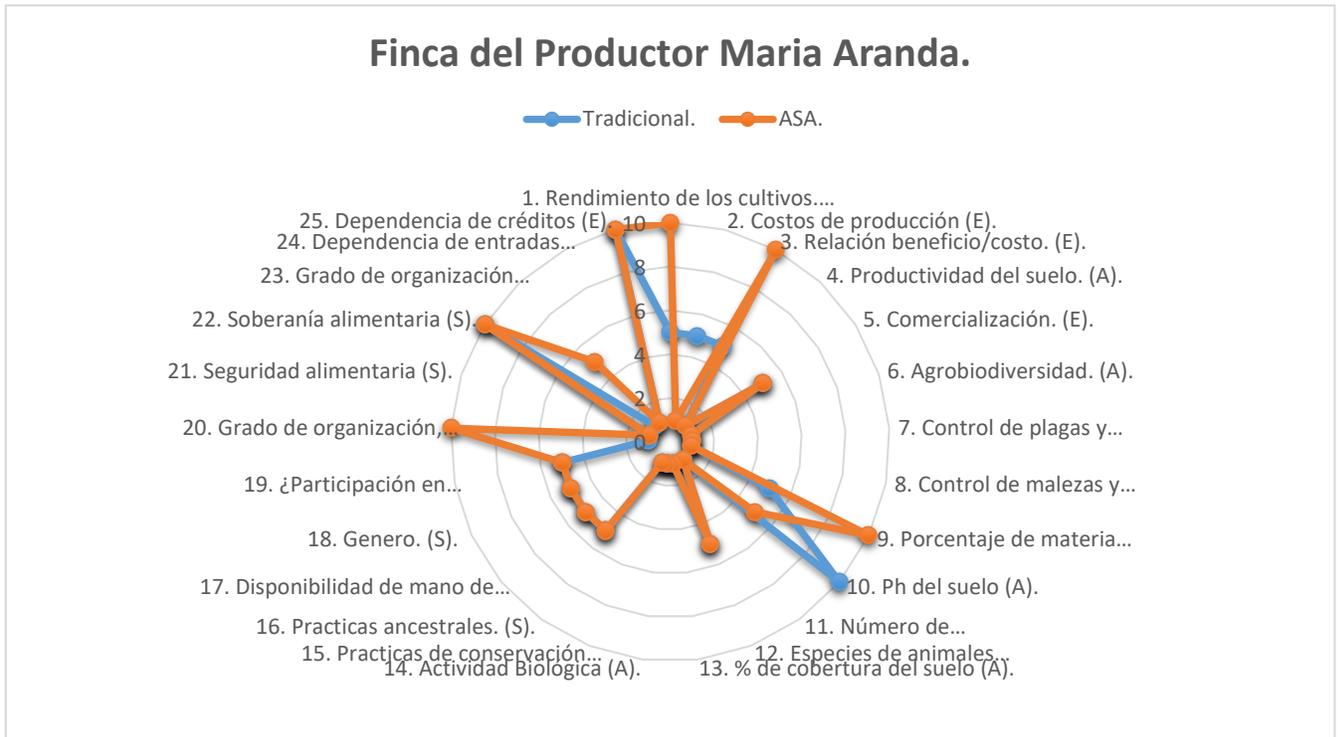
N°	Productores (as).	2015 (Tradicional).				2020 (ASA).			
		\bar{x} Económica	\bar{x} Ambiental	\bar{x} Social	IGS	\bar{x} Económica	\bar{x} Ambiental	\bar{x} Social	IGS
Cantón San Francisco.									
21	Margarito Ventura Ramirez.	4.3	2.8	3.8	3.6	5.3	4.0	4.8	4.7
22	Jose Santos Cabrera Hernandez	5.2	4.1	5.9	5.0	6.2	6.5	6.9	6.5
23	Antonio Anibal Sorto	5.2	3.6	6.0	4.9	6.2	5.2	7.0	6.1
24	Arnoldo Amaya Hernandez	5.2	2.0	4.3	3.8	6.2	3.2	5.3	4.9
25	Alexander Ventura	5.2	4.0	5.9	5.0	6.2	5.6	6.9	6.2
26	Domingo Hernandez Garcia	4.3	3.6	6.5	4.8	5.3	4.8	7.5	5.9
27	David Arnoldo Ventura Hernandez	5.2	2.8	4.3	4.1	7.0	4.0	5.3	5.4
28	José Margarito	5.2	3.3	5.4	4.6	6.2	4.5	6.4	5.7
29	Francisco Sorto	5.2	3.2	4.9	4.4	6.2	4.8	5.9	5.6
30	Bernardo Ventura Ramirez	5.2	2.5	5.9	4.5	6.2	4.0	6.9	5.7

31	José Isidoro Guevara Hernández	5.2	2.8	4.8	4.2	6.2	4.8	5.8	5.6
32	Armando Amaya Ventura	5.2	3.2	6.5	4.9	6.2	4.4	7.5	6.0
33	Luciano Hernandez Orellana	4.3	2.8	5.4	4.2	5.3	3.2	6.4	5.0
34	Jose Emilio Diaz Amaya	5.2	2.8	5.4	4.5	6.2	4.0	6.4	5.5
35	Reynaldo Santos.	5.2	2.8	5.9	4.6	6.2	3.6	6.9	5.6
36	José Ambrocio Guevara Coca	3.7	2.0	3.8	3.2	4.7	3.6	4.8	4.4
37	Salvador Reynaldo Guevara Luna	5.2	2.1	4.3	3.8	6.2	2.5	5.3	4.6
38	José Jesús Santos.	5.2	2.7	5.4	4.4	6.2	3.9	6.4	5.5
39	Brígido Santos	5.2	3.6	5.4	4.7	6.2	4.3	6.4	5.6
40	Juan Bautista Argueta	5.2	3.2	5.4	4.6	6.2	4.4	6.4	5.6
41	Leónidas Amaya Hernández	5.2	2.4	5.4	4.3	6.2	3.5	6.4	5.4
42	Antonio Sorto Amaya.	5.2	2.0	4.9	4.0	6.2	2.5	5.9	4.8
PROMEDIO.		5.0	2.9	5.2	4.4	6.0	4.1	6.2	5.5

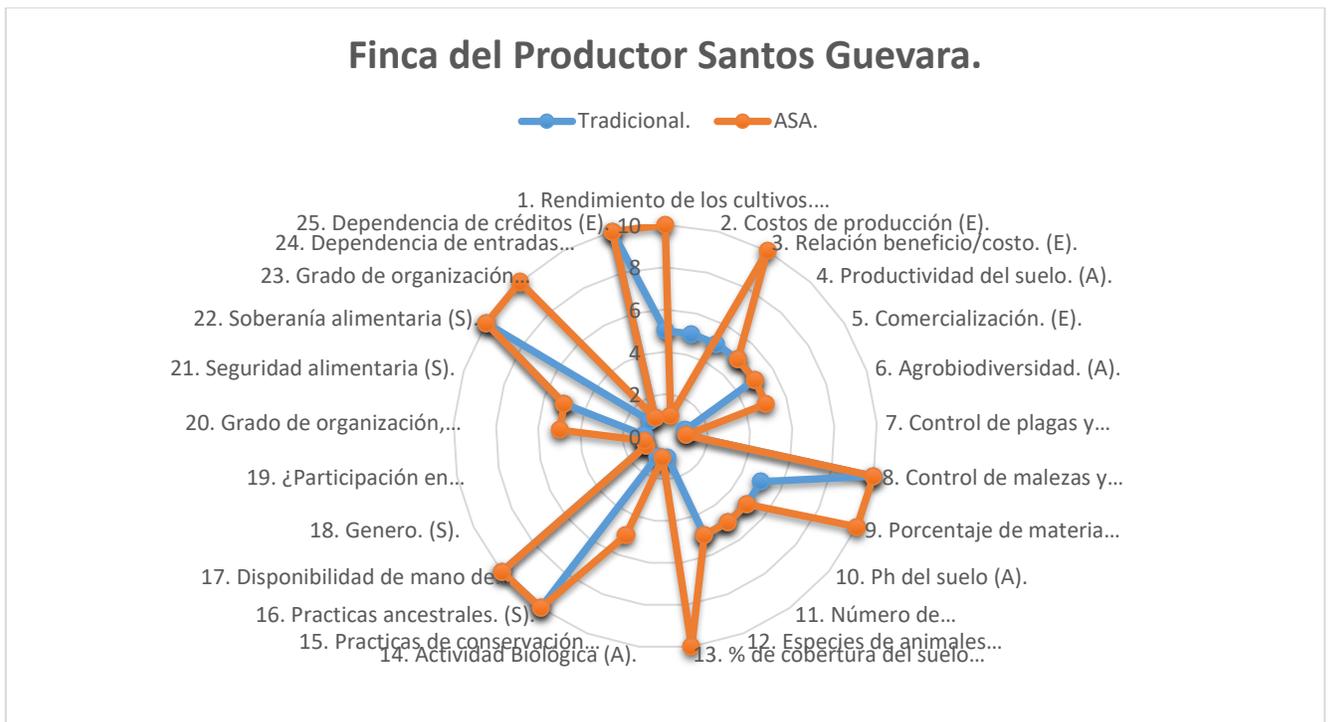
Anexo 9. Ameba de sostenibilidad, productor José Ovilio Díaz.



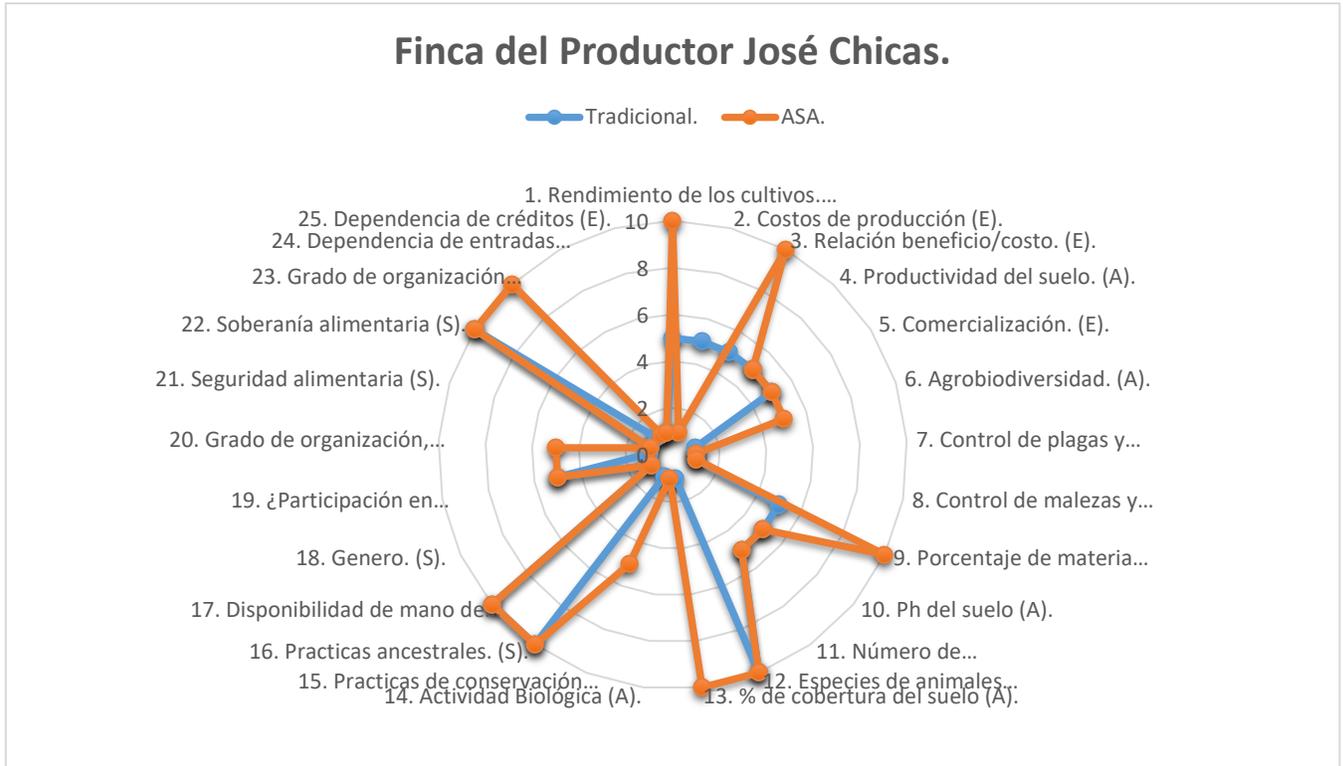
Anexo 10. Ameba de sostenibilidad, productor María Aranda.



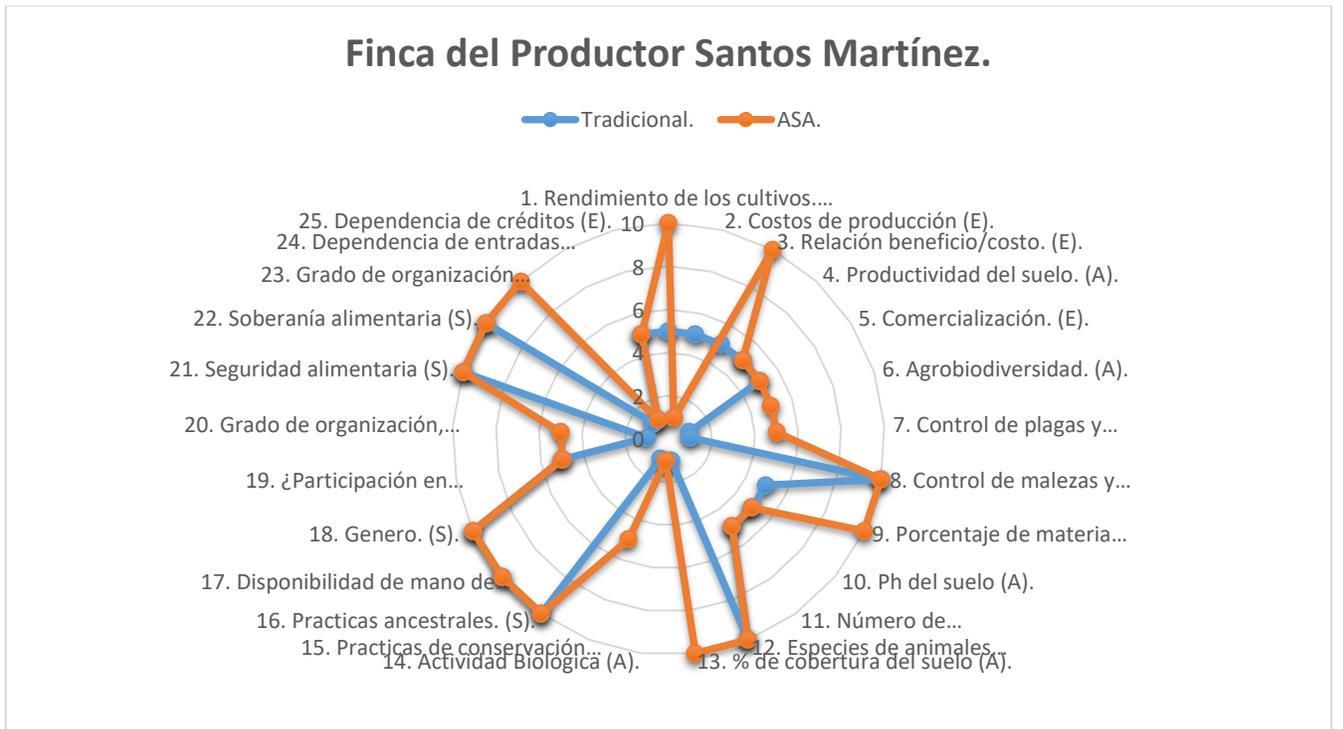
Anexo 11. Ameba de sostenibilidad, productor Santos Guevara.



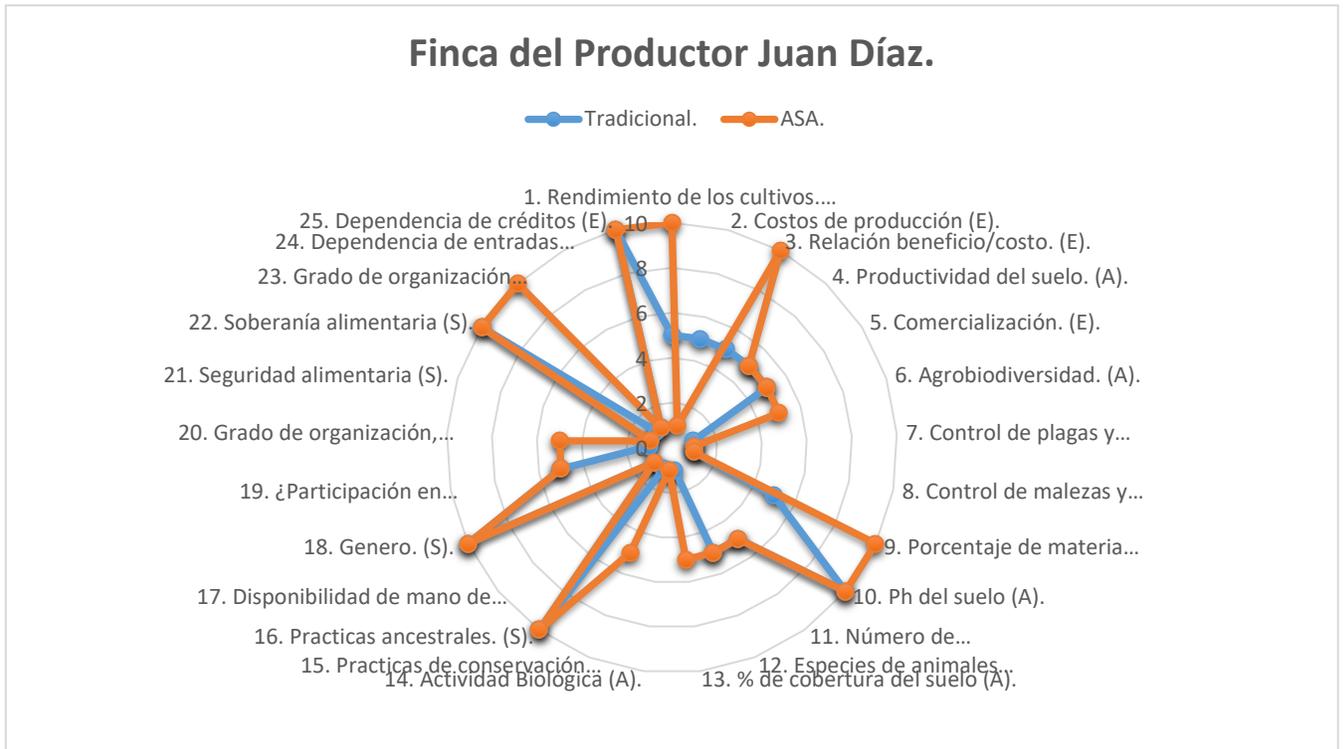
Anexo 12. Ameba de sostenibilidad, productor José Chicas.



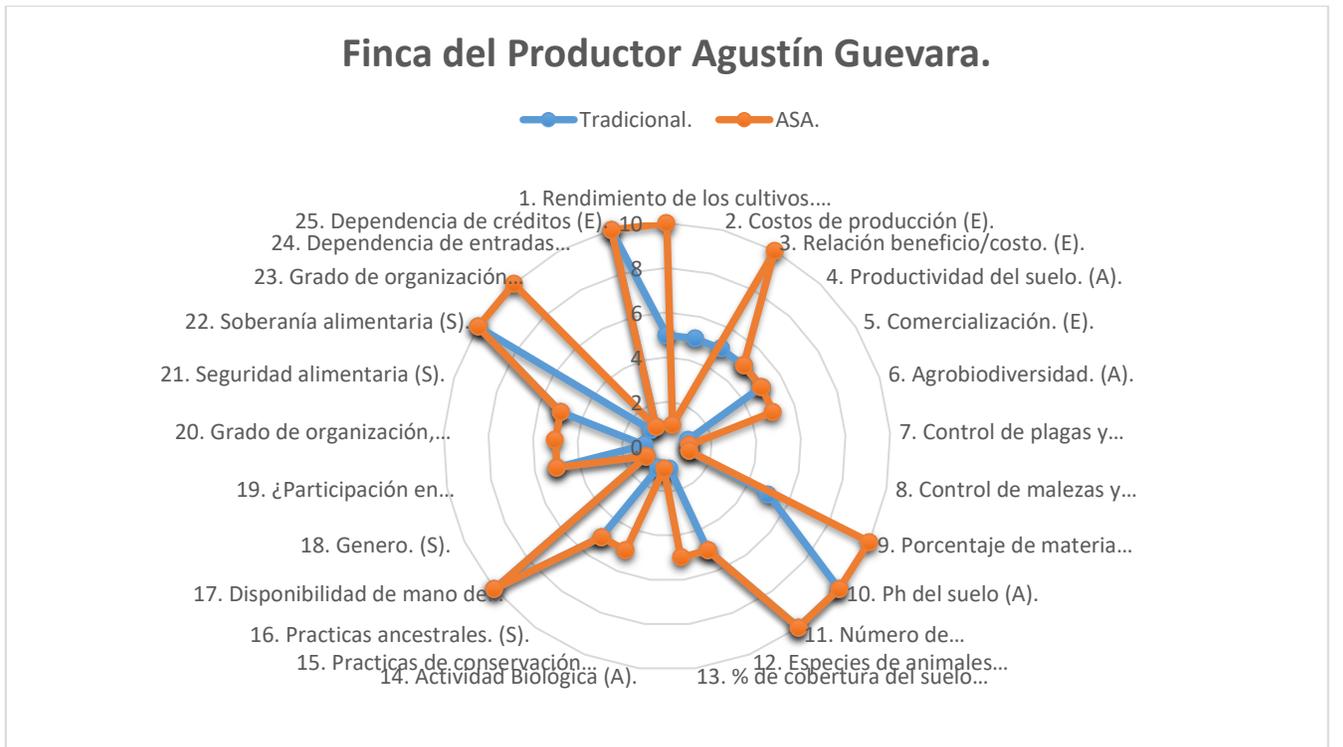
Anexo 13. Ameba de sostenibilidad, productor Santos Martínez.



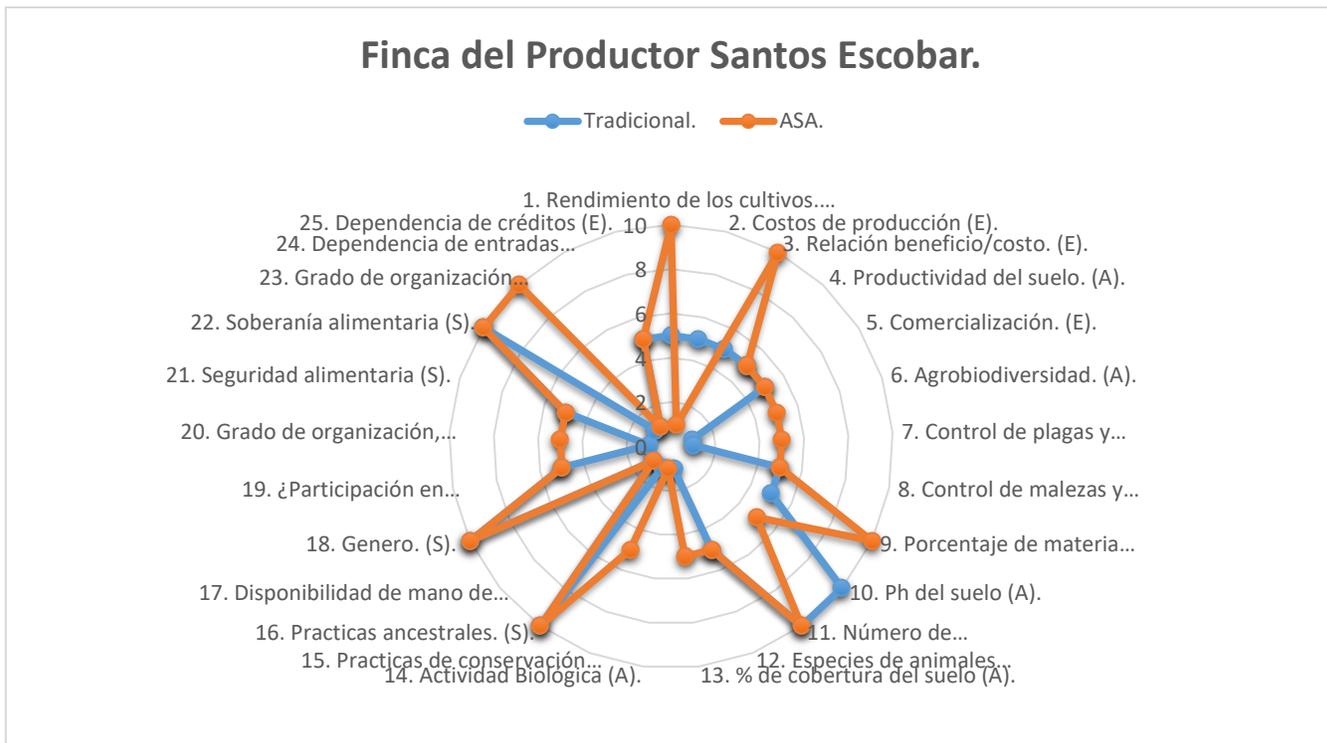
Anexo 14. Ameba de sostenibilidad, productor Juan Díaz.



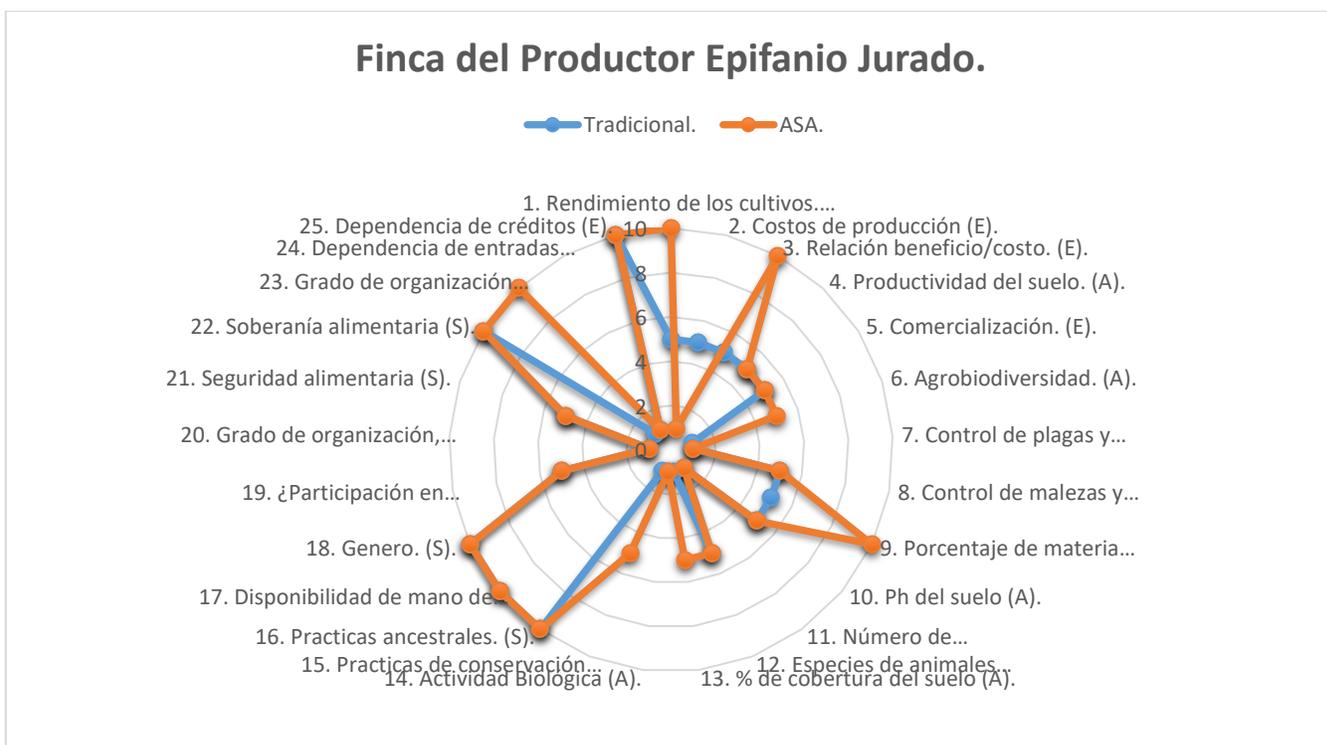
Anexo 15. Ameba de sostenibilidad, productor Agustín Guevara.



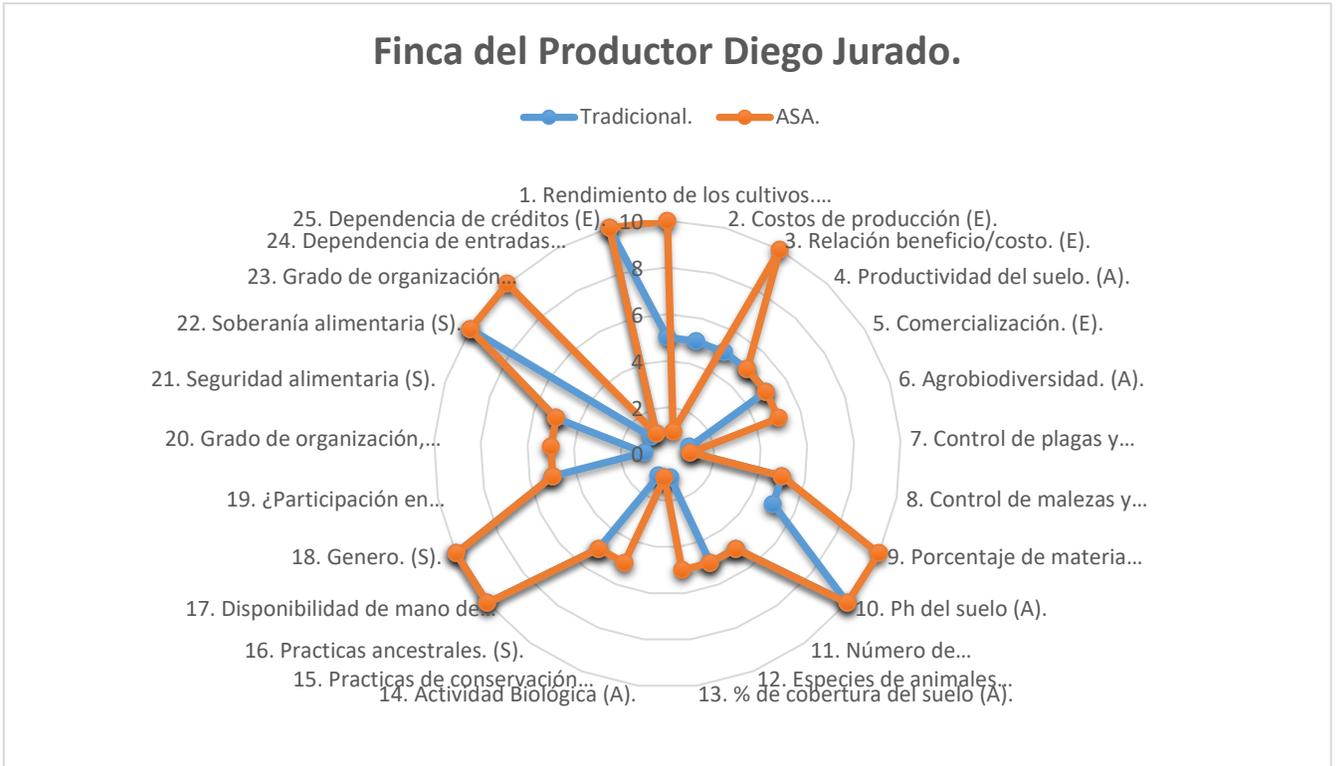
Anexo 16. Ameba de sostenibilidad, productor Santos Escobar.



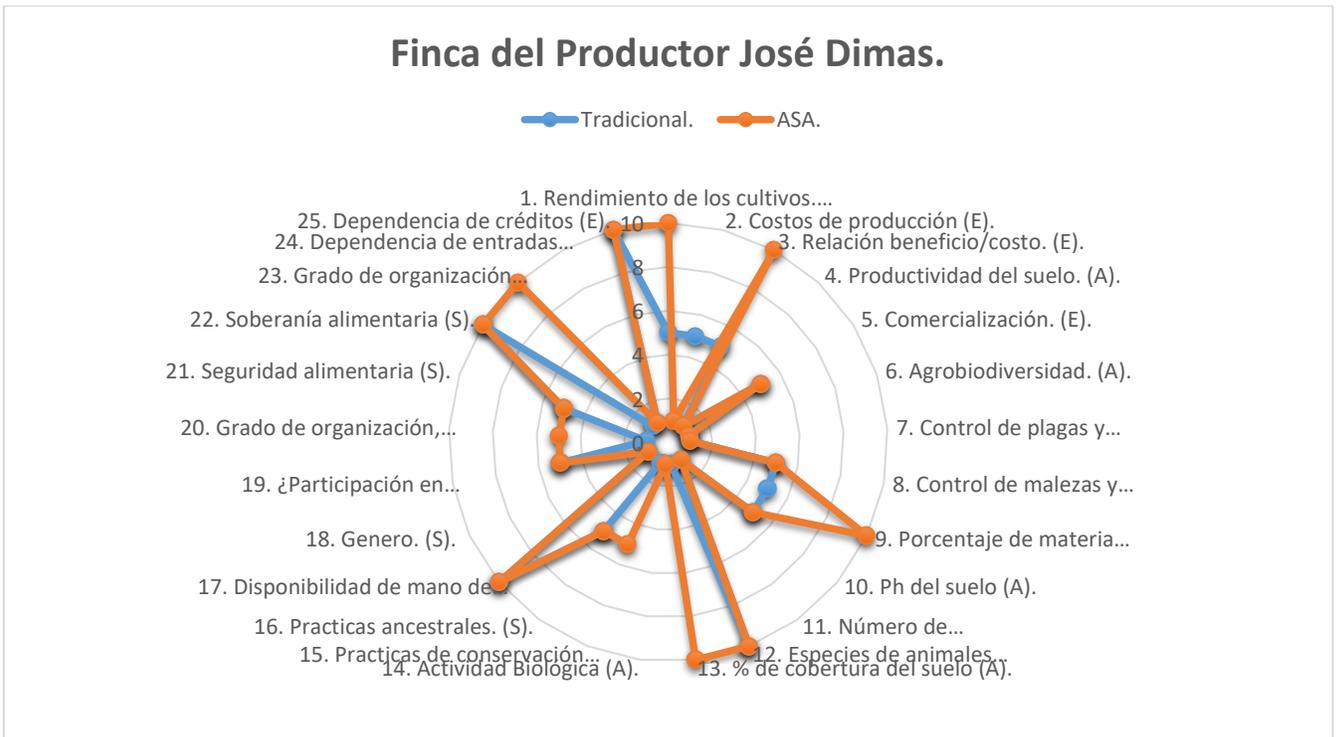
Anexo 17. Ameba de sostenibilidad, productor Epifanio Jurado.



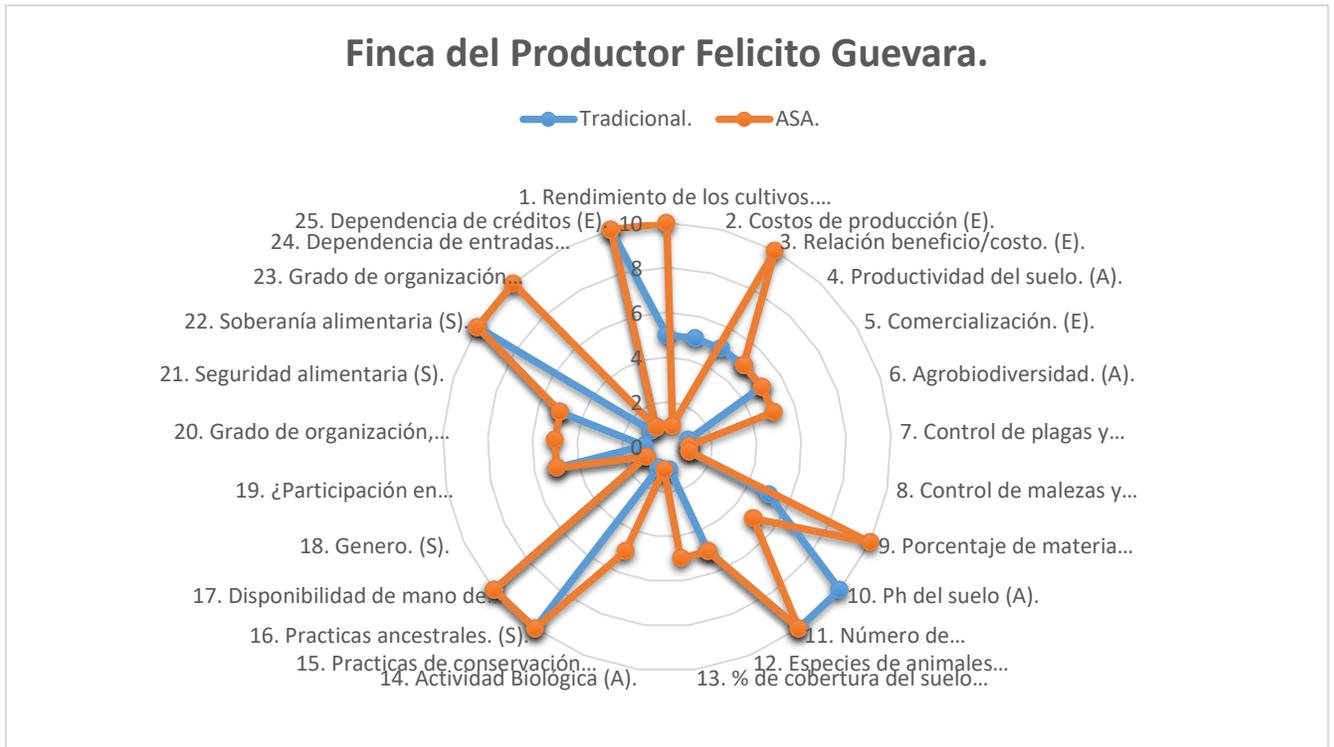
Anexo 18. Ameba de sostenibilidad, productor Diego Jurado.



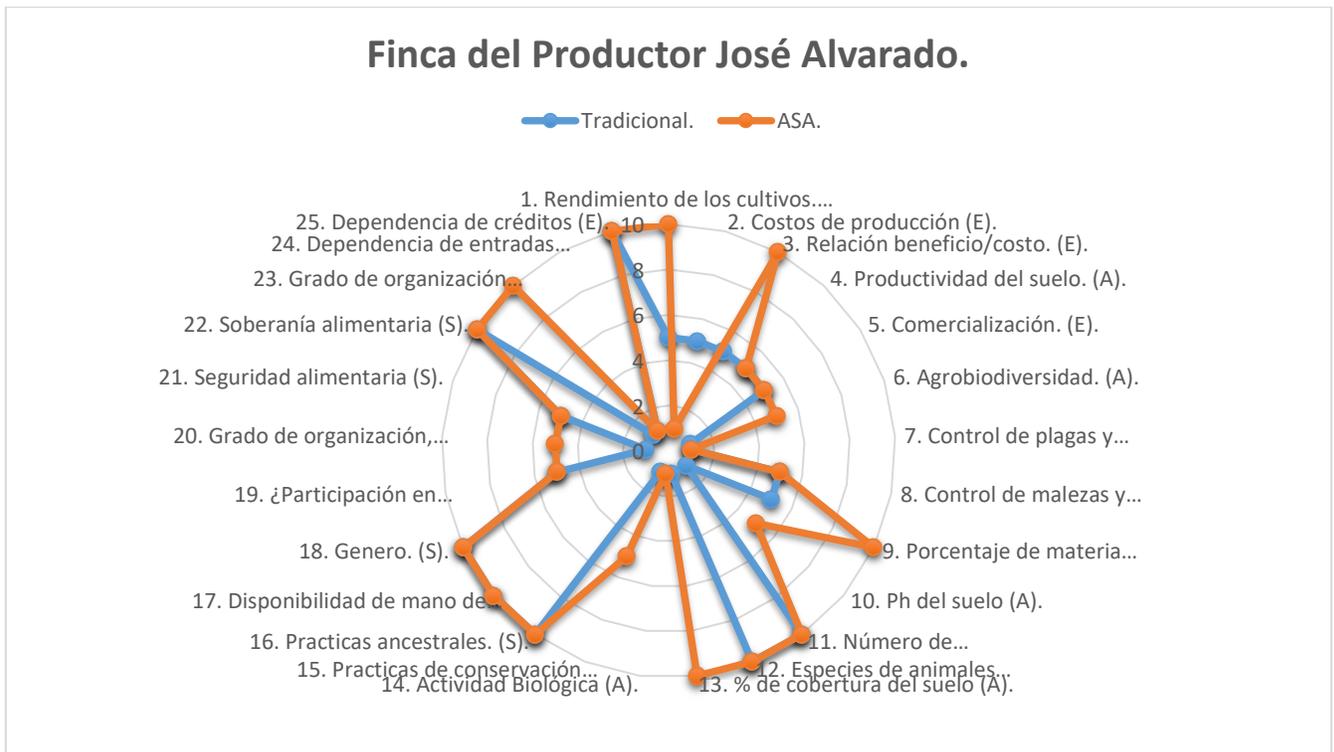
Anexo 19. Ameba de sostenibilidad, productor José Dimas.



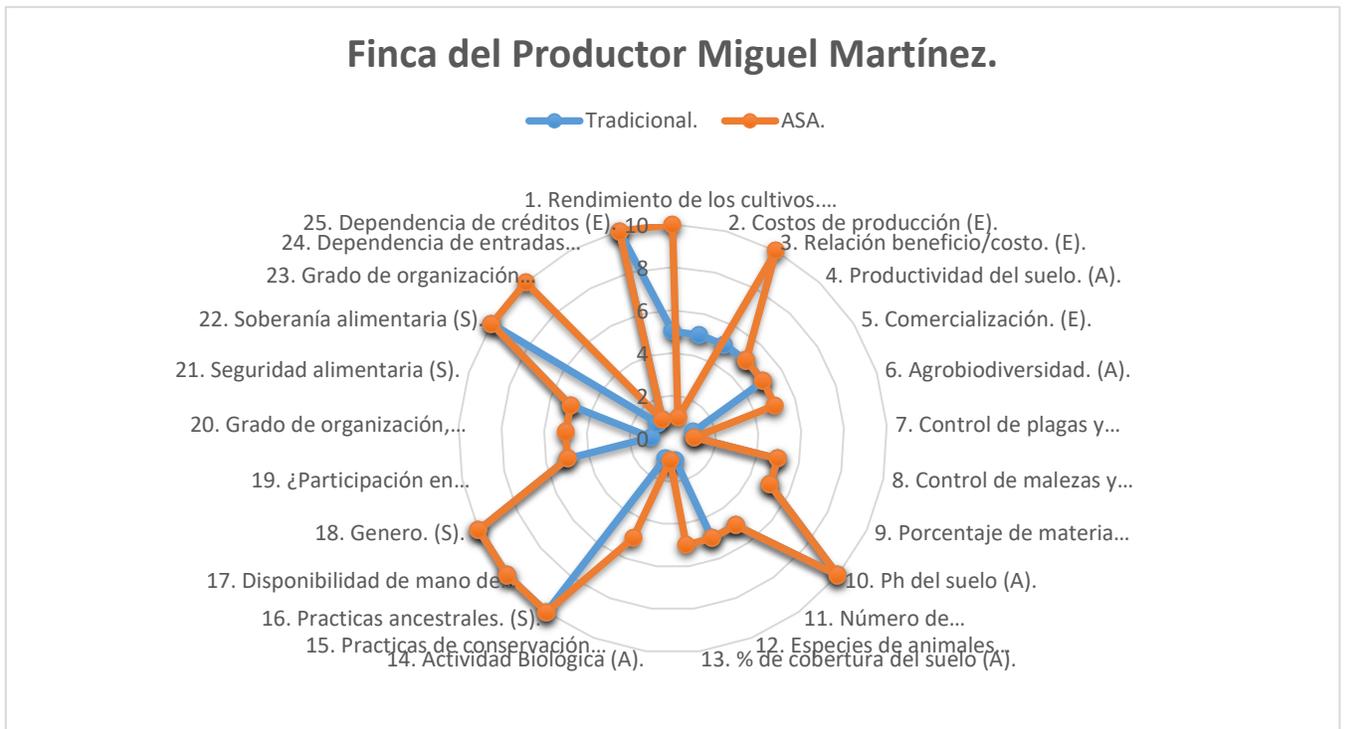
Anexo 20. Ameba de sostenibilidad, productor Felicitó Guevara.



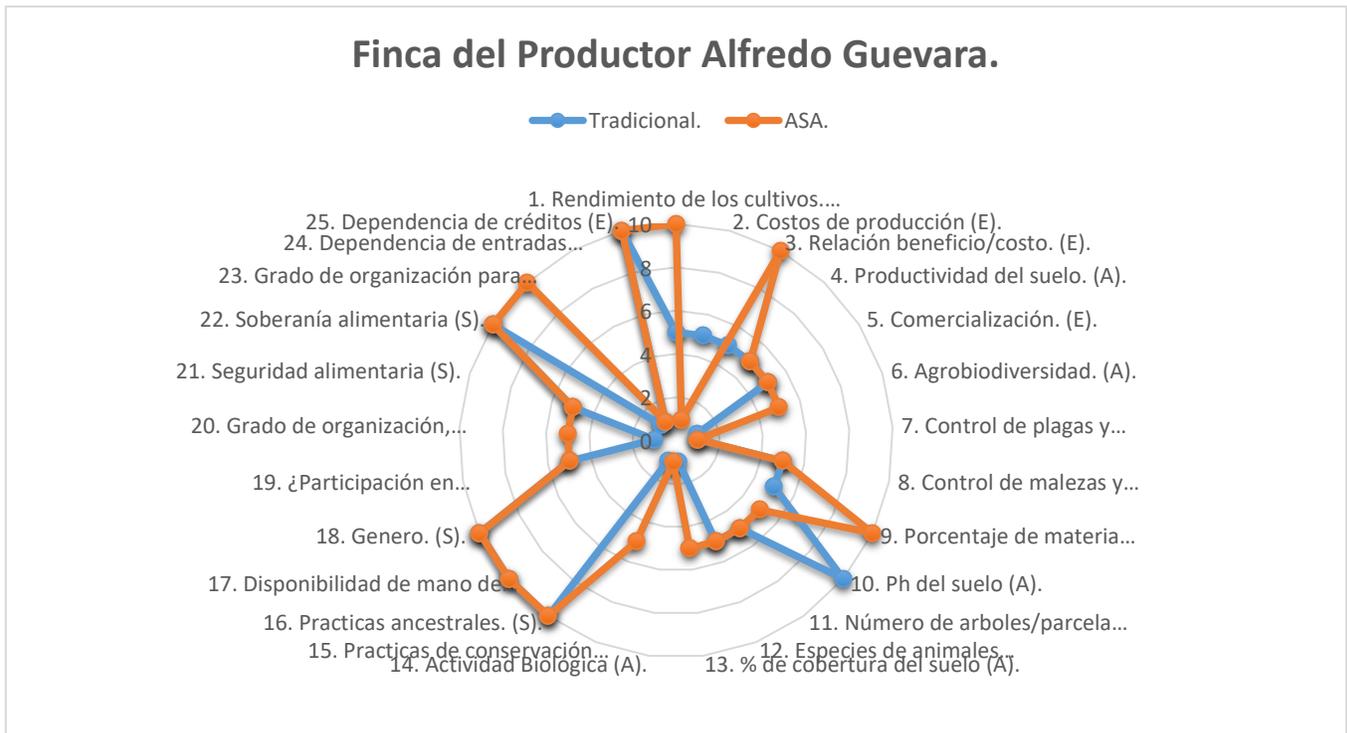
Anexo 21. Ameba de sostenibilidad, productor José Alvarado.



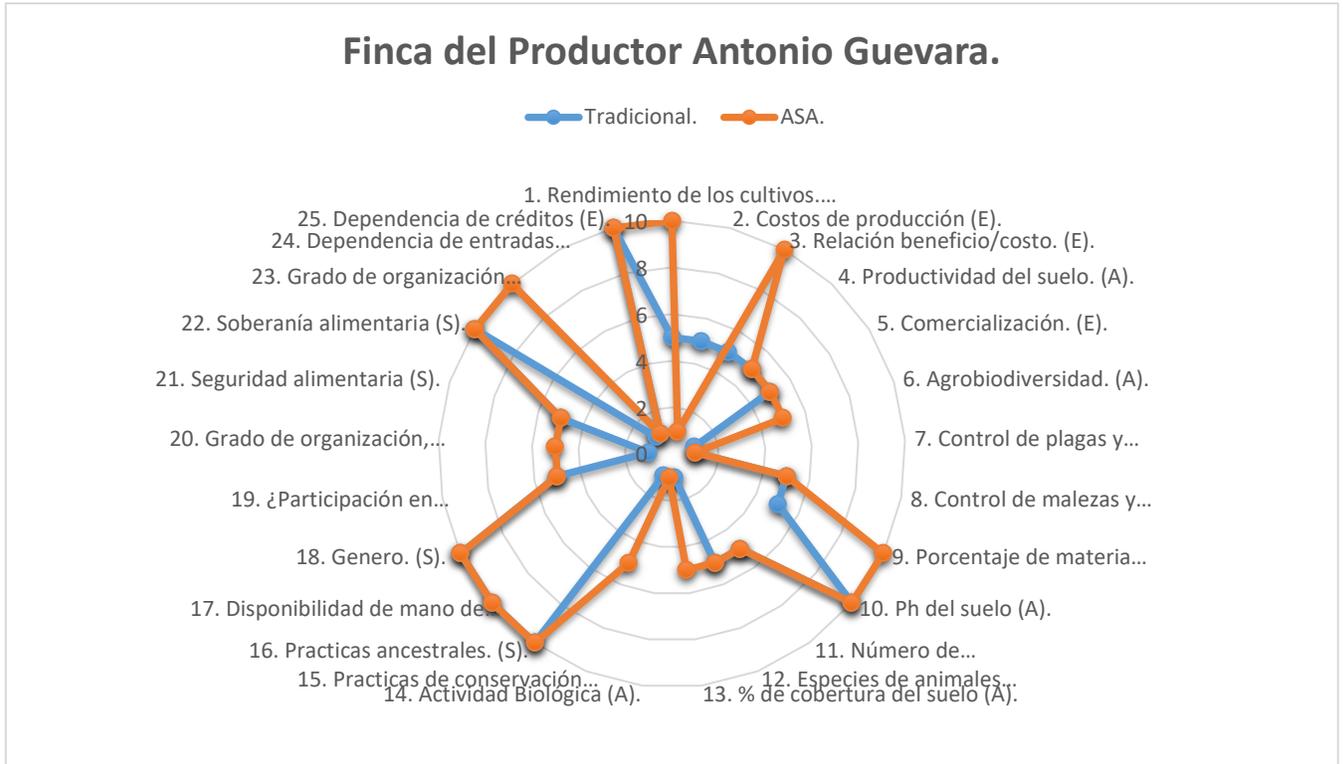
Anexo 22. Ameba de sostenibilidad, productor Miguel Martínez.



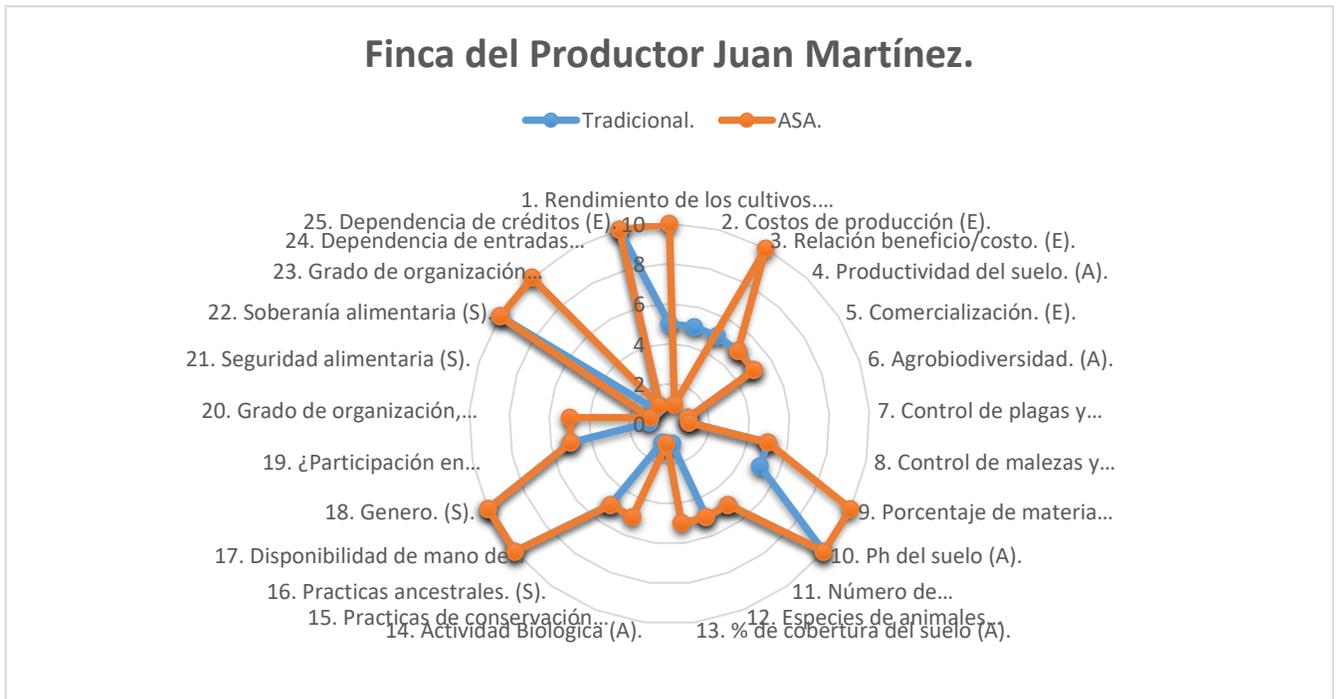
Anexo 23. Ameba de sostenibilidad, productor Alfredo Guevara.



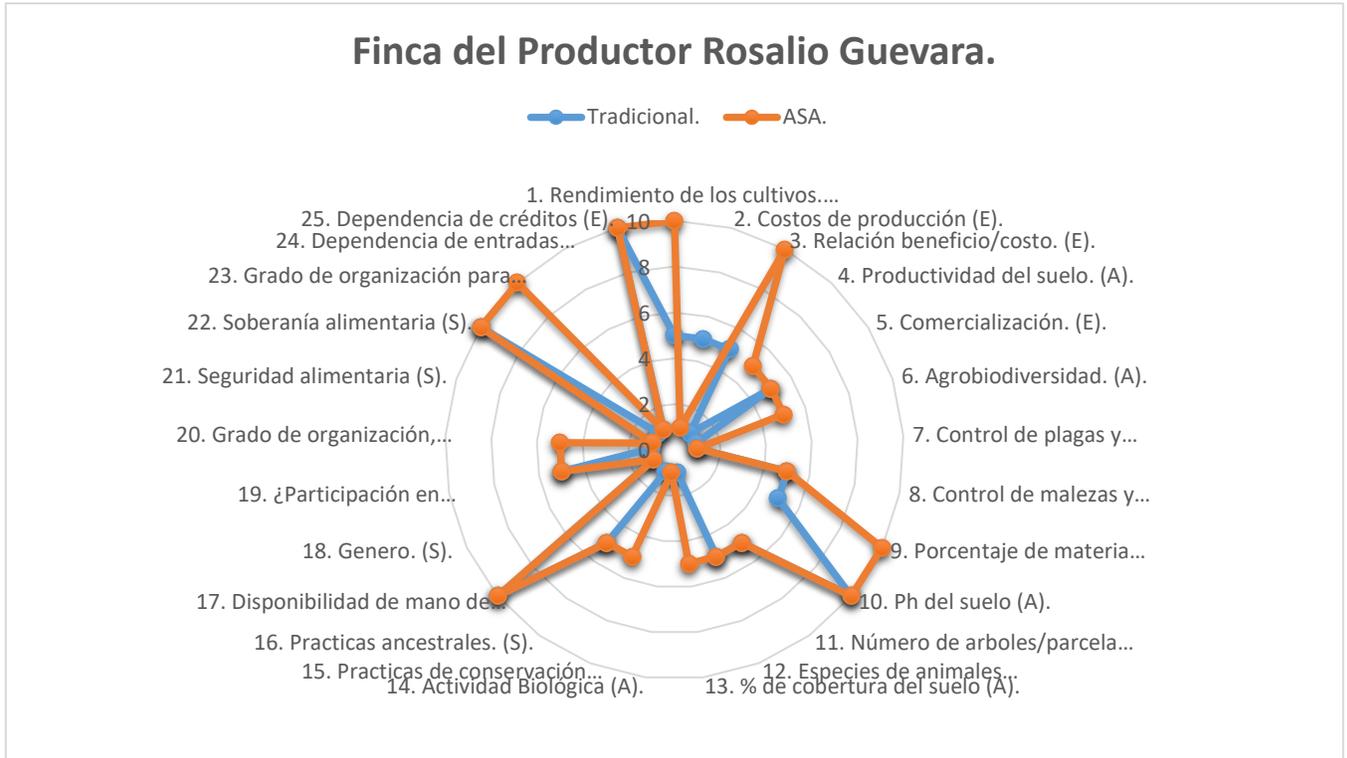
Anexo 24. Ameba de sostenibilidad, productor Antonio Guevara.



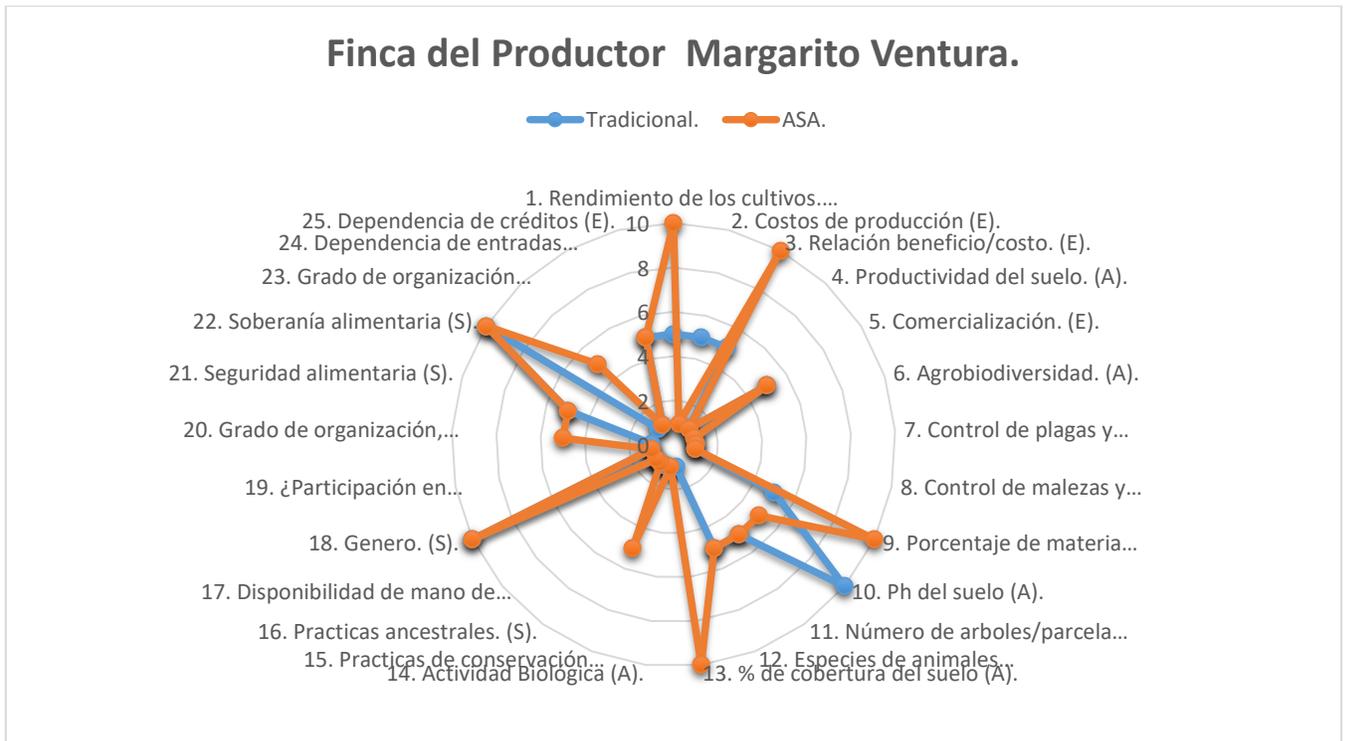
Anexo 25. Ameba de sostenibilidad, productor Juan Martínez.



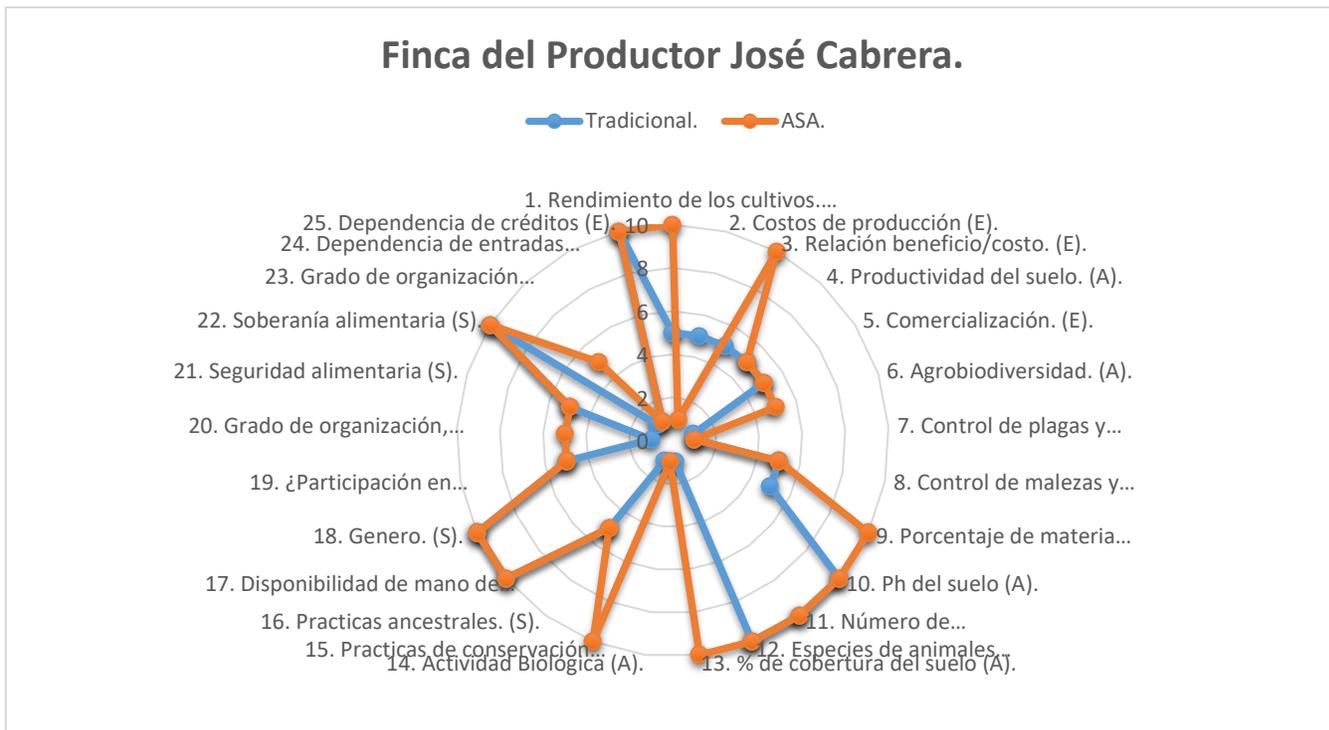
Anexo 26. Ameba de sostenibilidad, productor Rosalio Guevara.



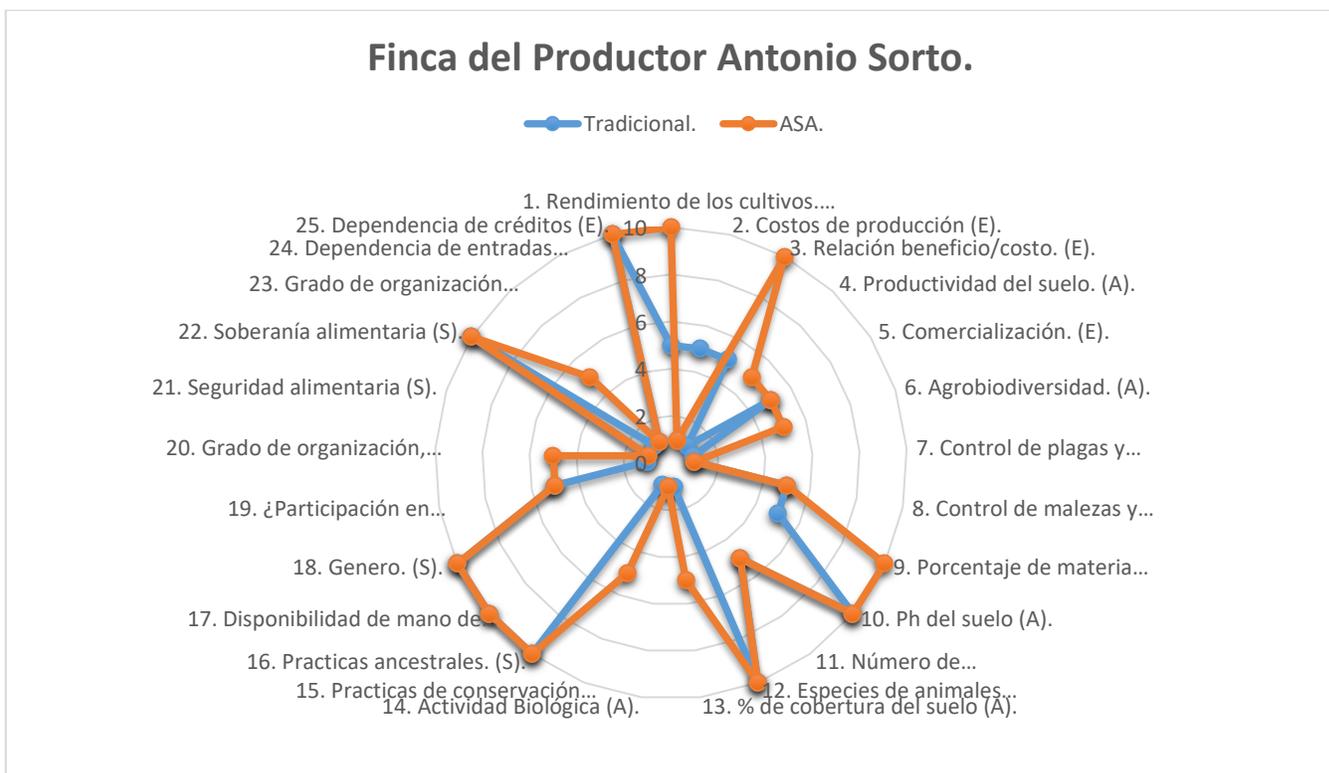
Anexo 27. Ameba de sostenibilidad, productor Margarito Ventura.



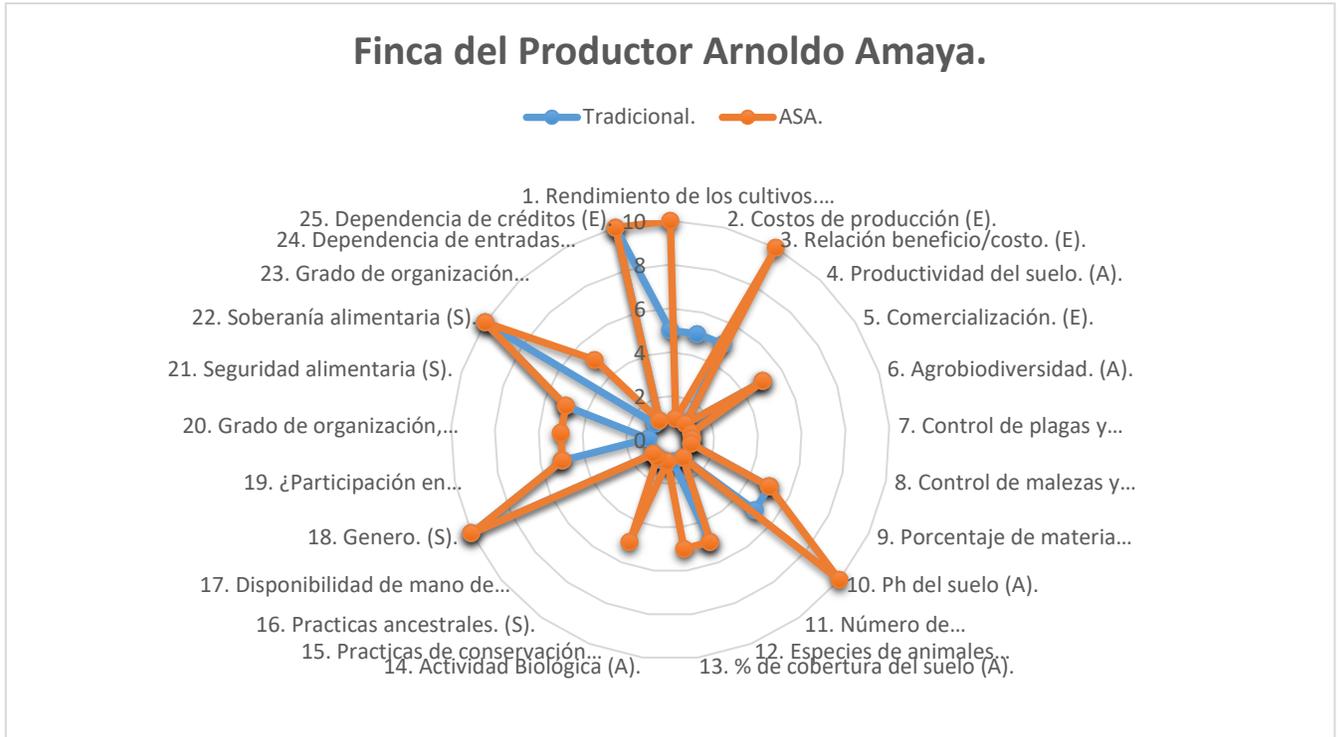
Anexo 28. Ameba de sostenibilidad, productor José Cabrera.



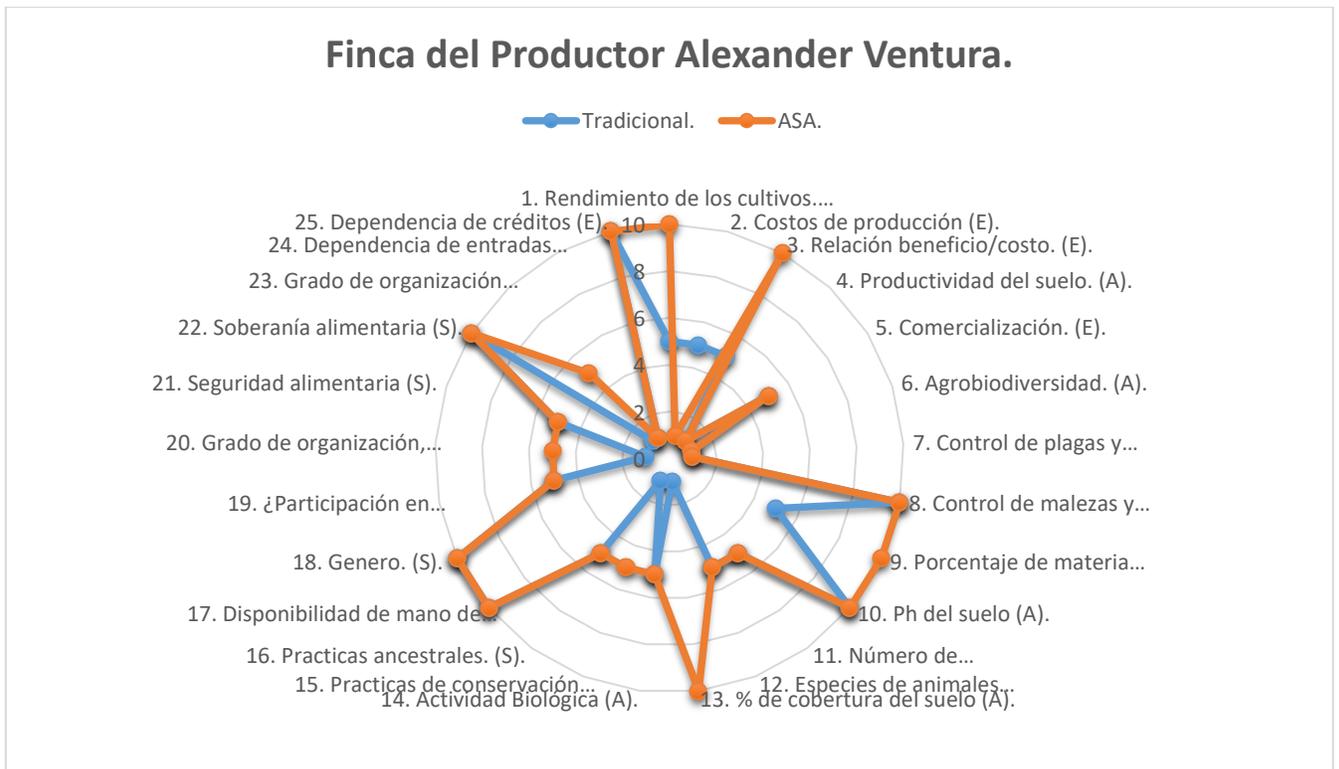
Anexo 29. Ameba de sostenibilidad, productor Antonio Sorto.



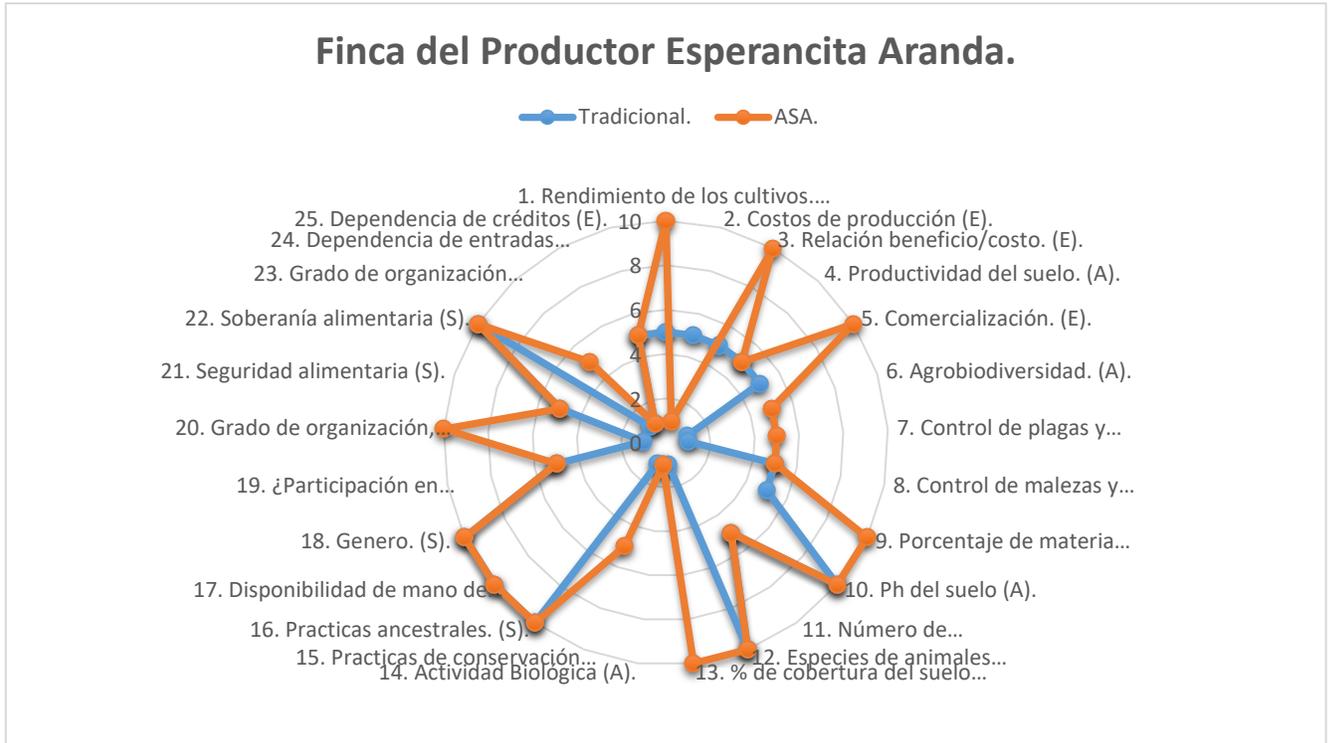
Anexo 30. Ameba de sostenibilidad, productor Arnoldo Amaya.



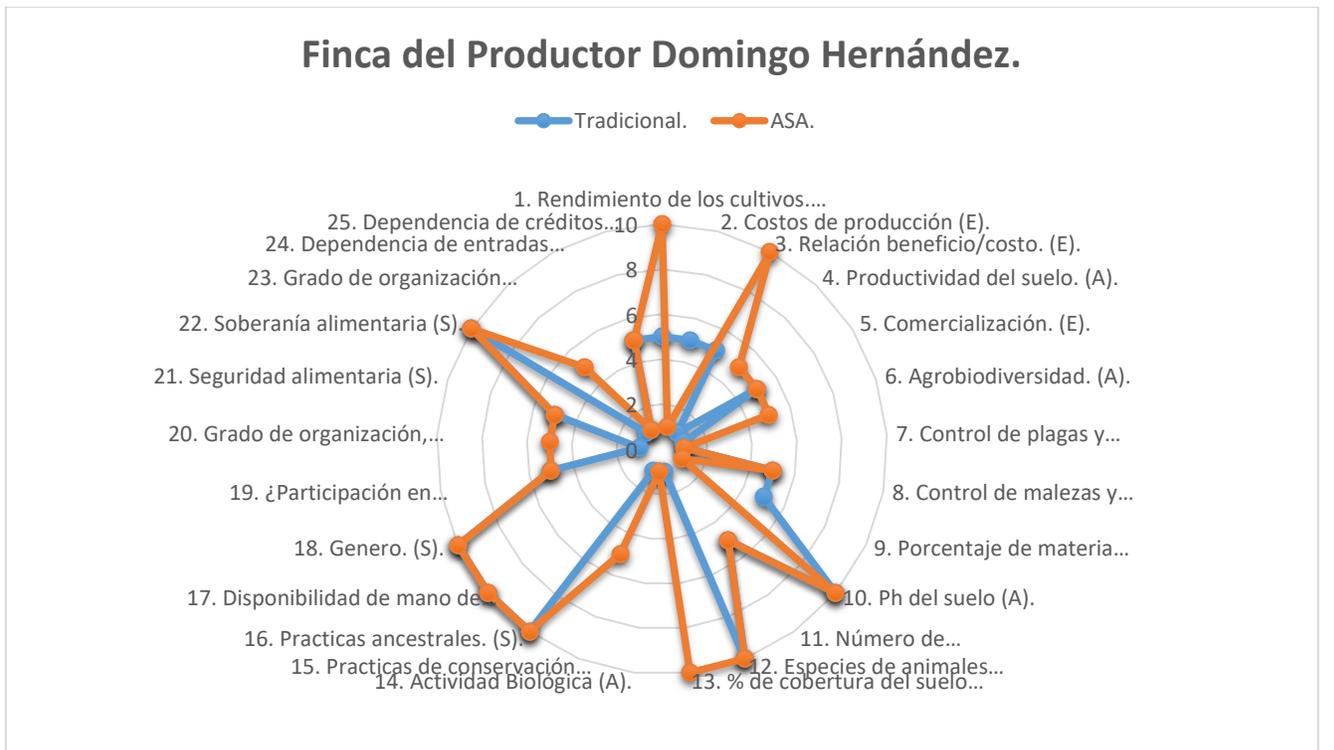
Anexo 31. Ameba de sostenibilidad, productor Alexander Ventura.



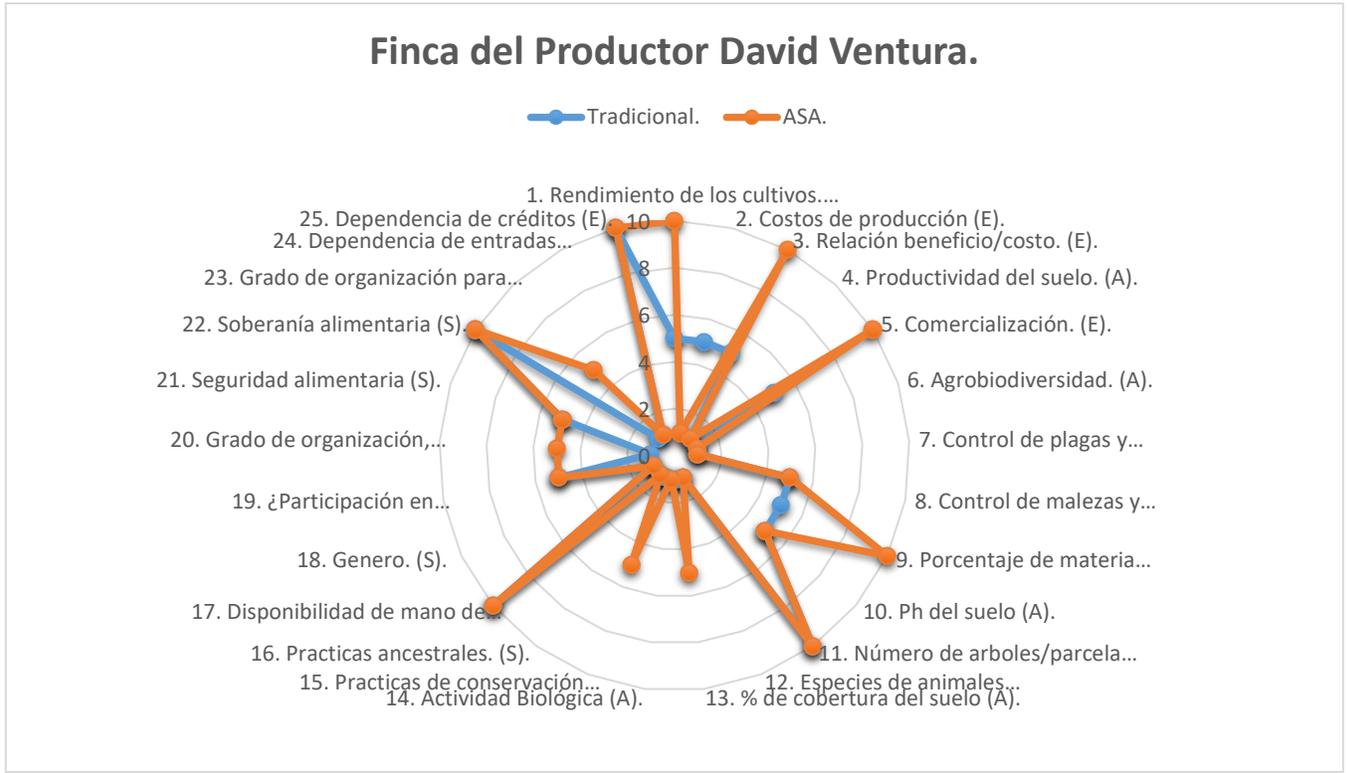
Anexo 32. Ameba de sostenibilidad, productor Esperancita Aranda.



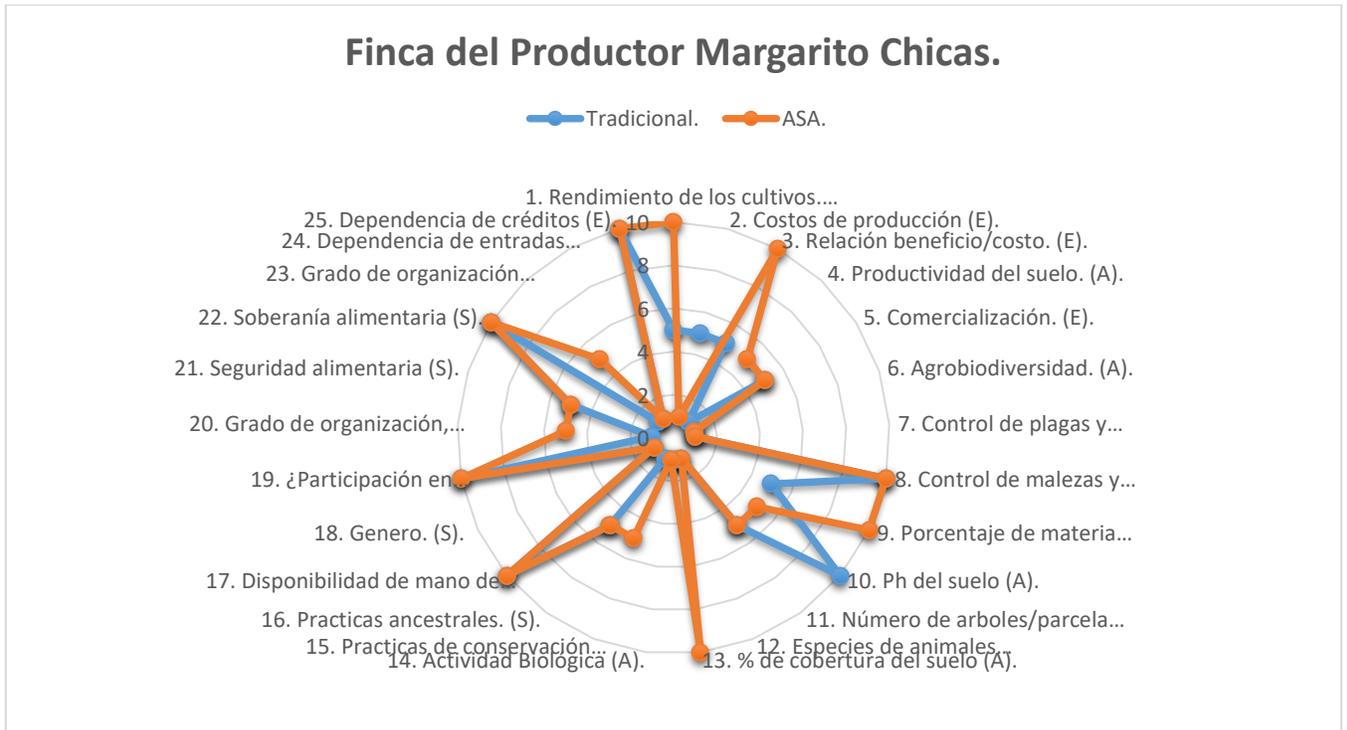
Anexo 33. Ameba de sostenibilidad, productor Domingo Hernández.



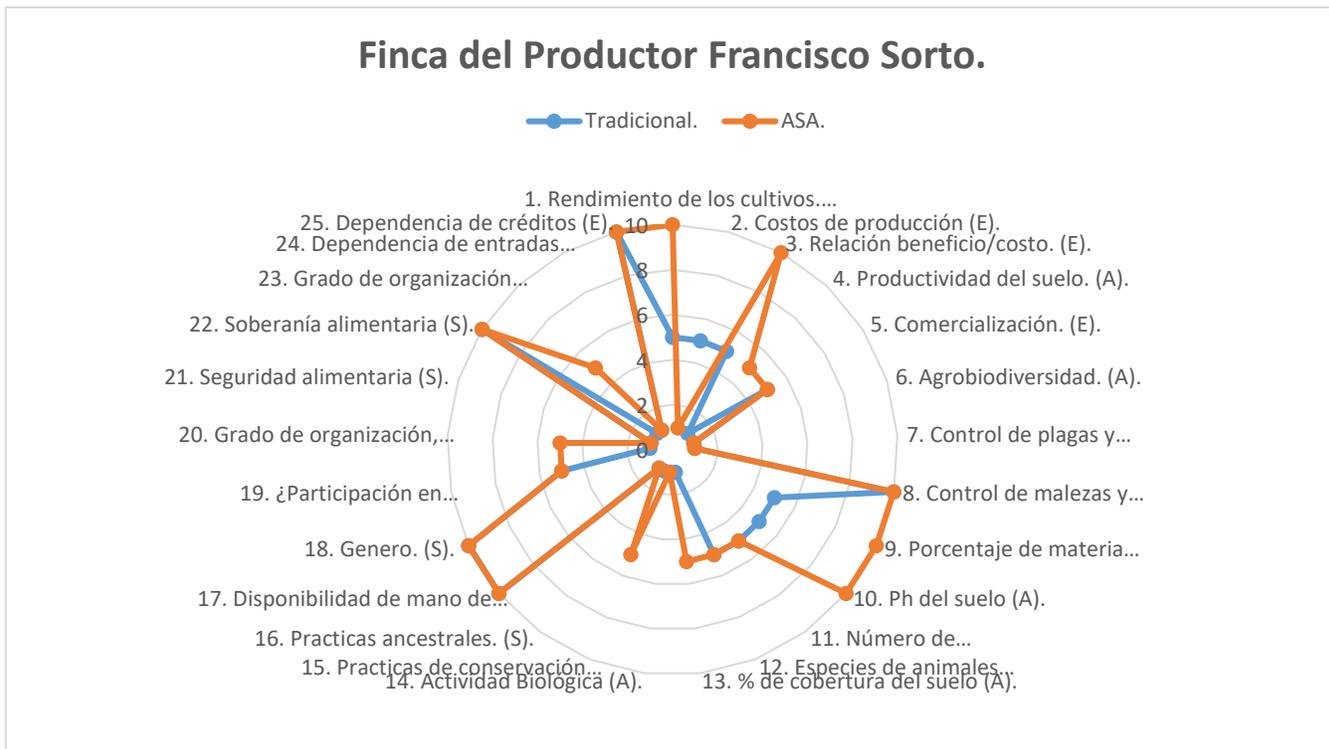
Anexo 34. Ameba de sostenibilidad, productor David Ventura.



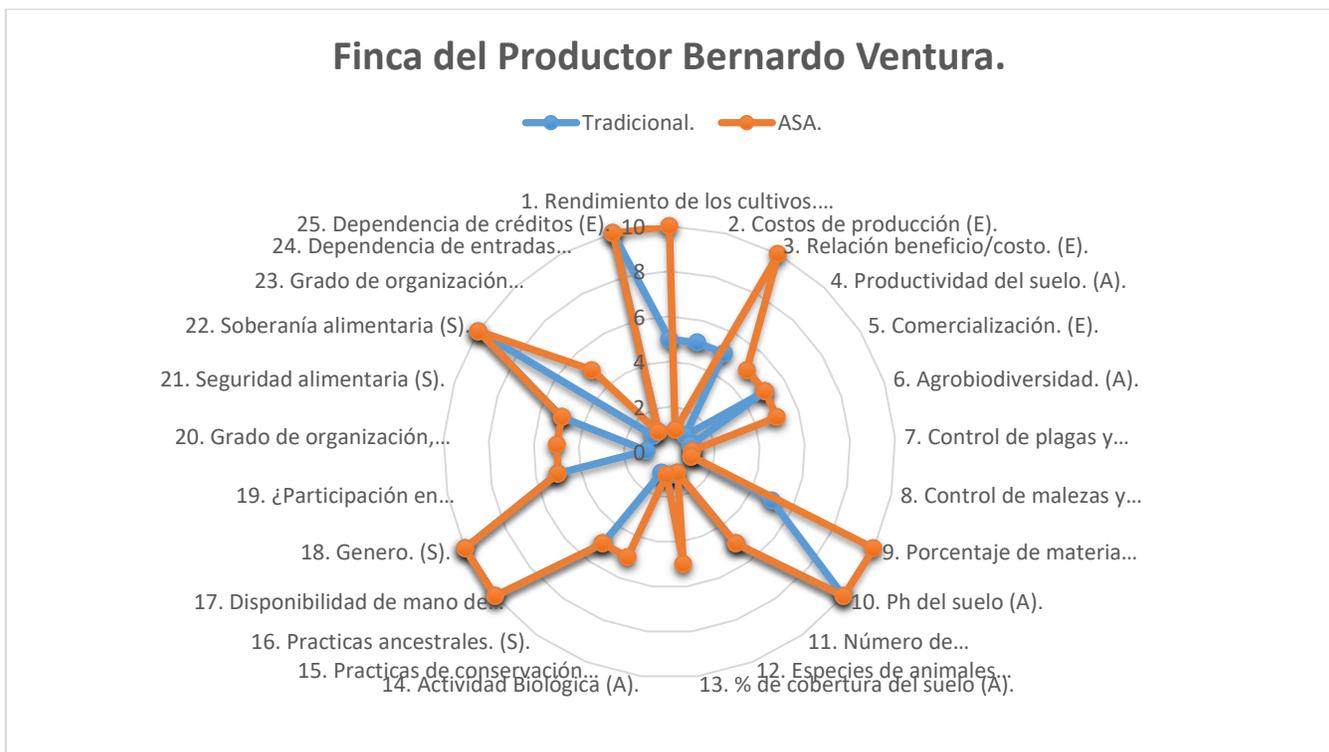
Anexo 35. Ameba de sostenibilidad, productor Margarito Chicas.



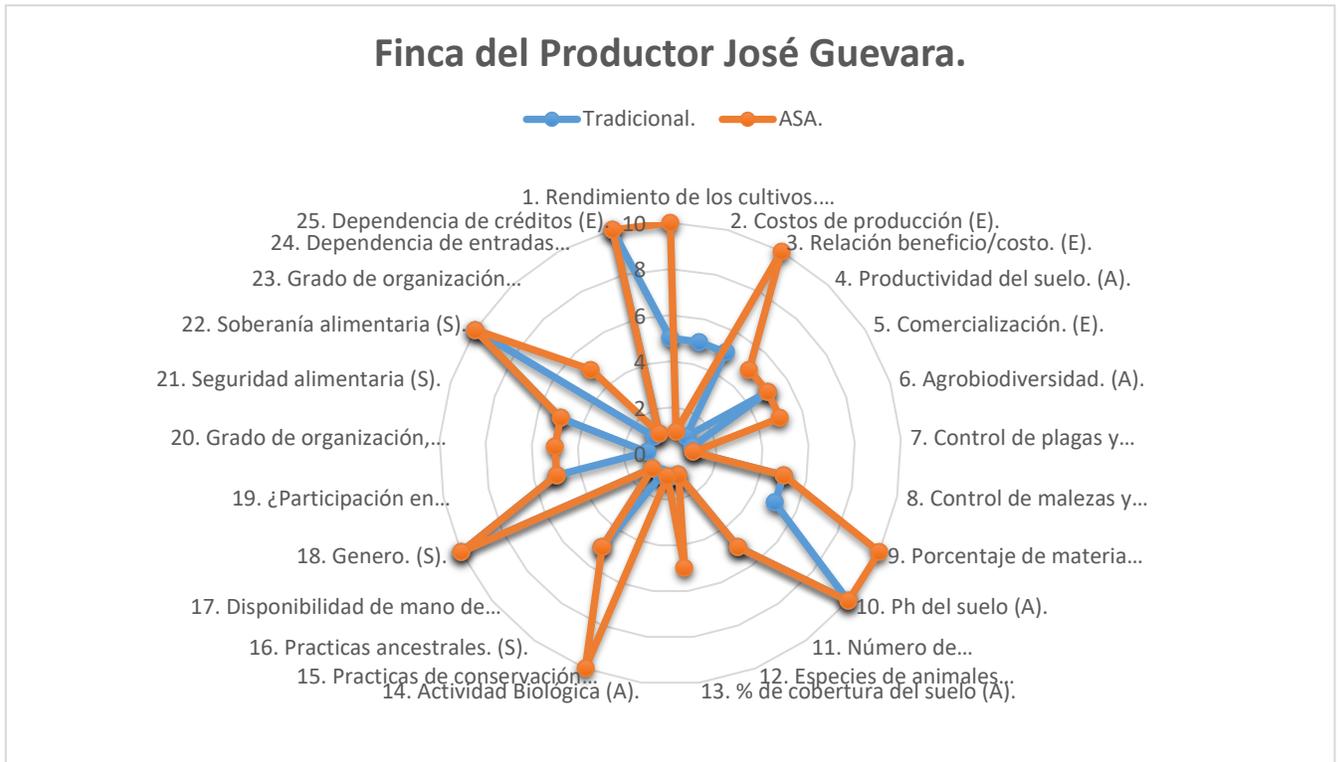
Anexo 36. Ameba de sostenibilidad, productor Francisco Sorto.



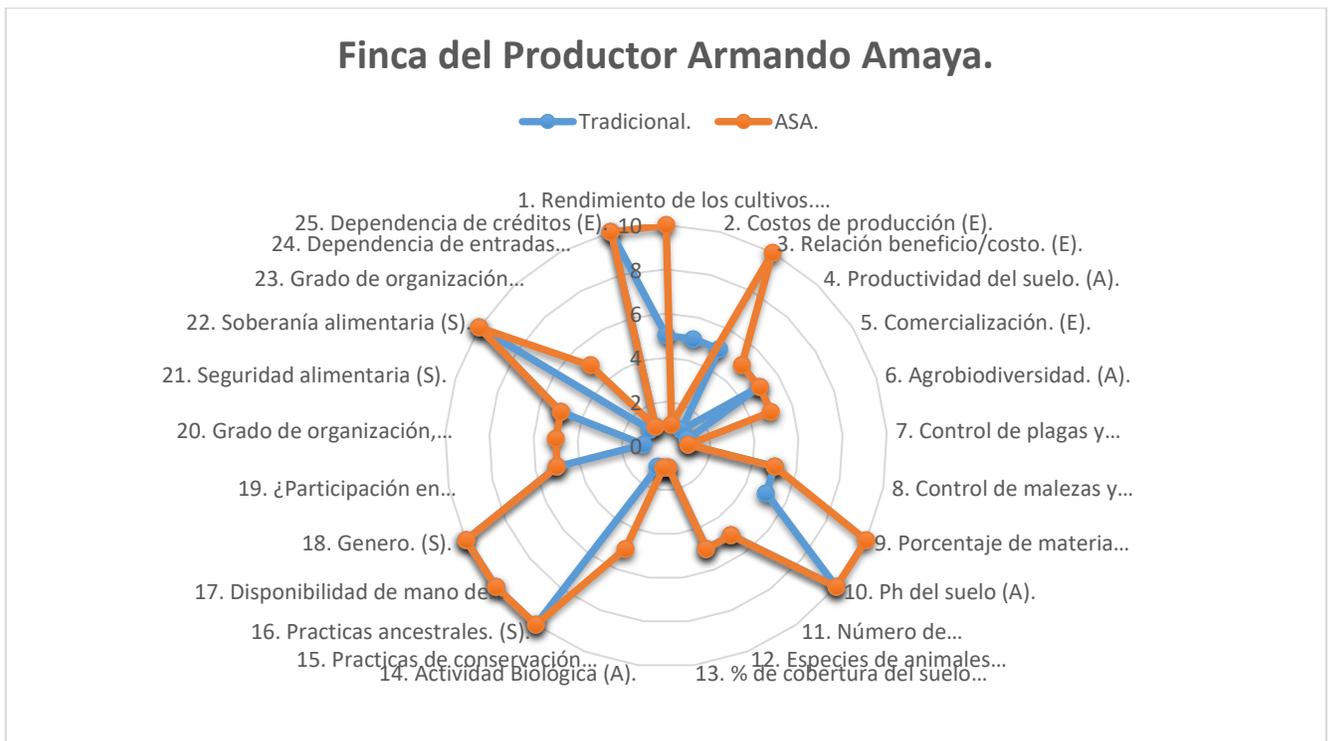
Anexo 37. Ameba de sostenibilidad, productor Bernardo Ventura.



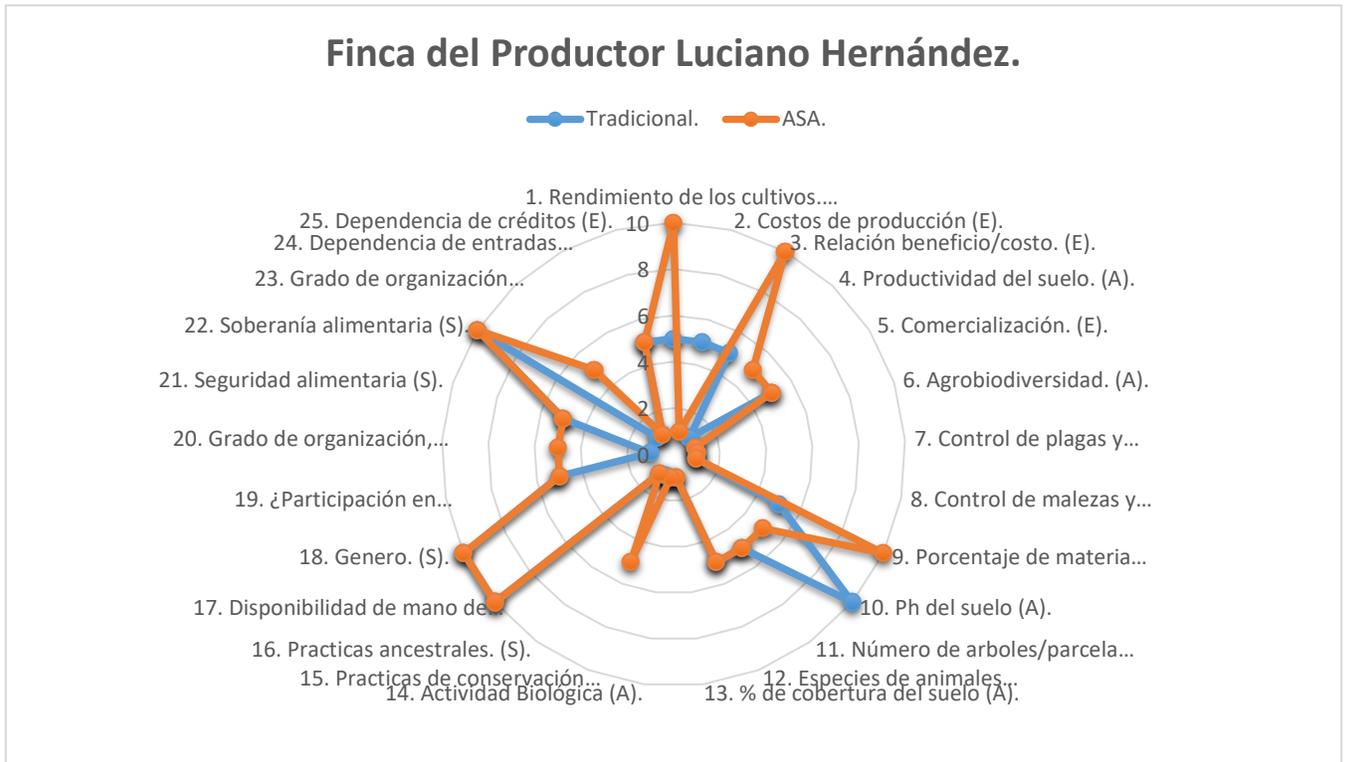
Anexo 38. Ameba de sostenibilidad, productor José Guevara.



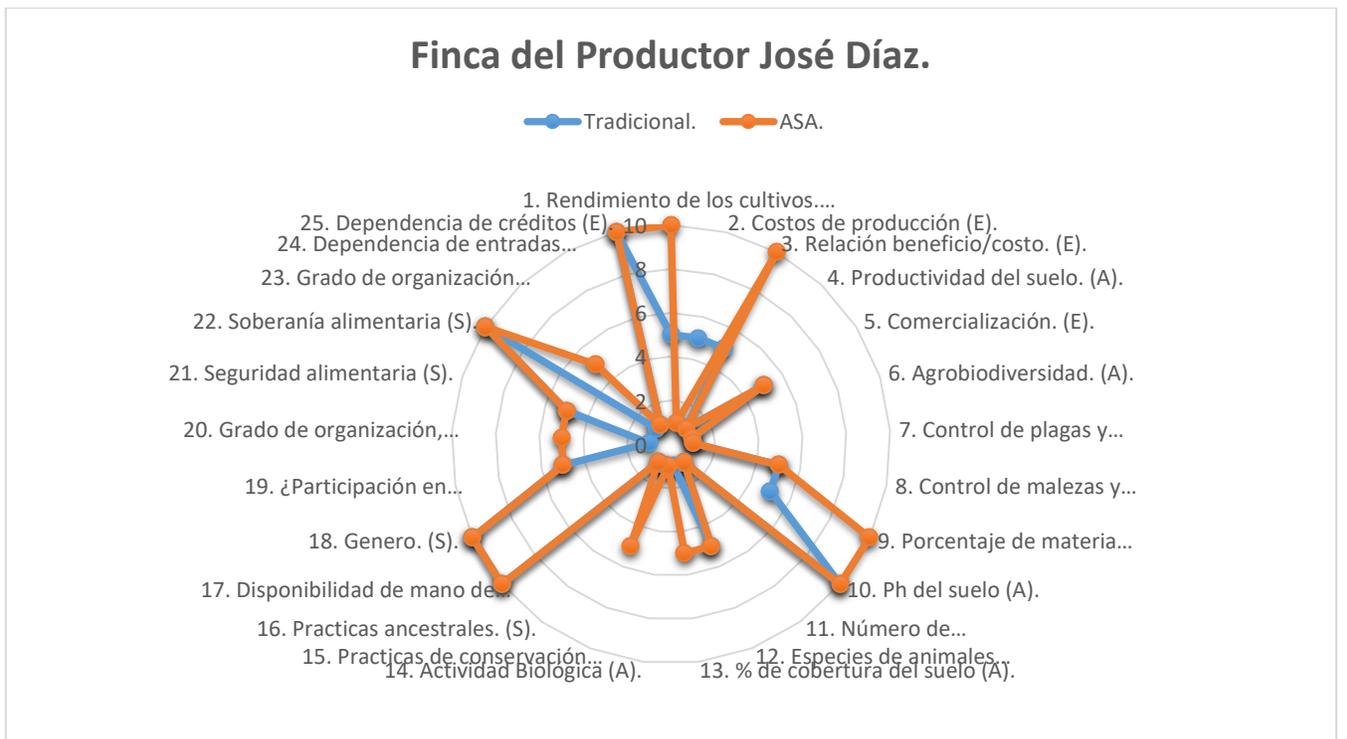
Anexo 39. Ameba de sostenibilidad, productor Armando Amaya.



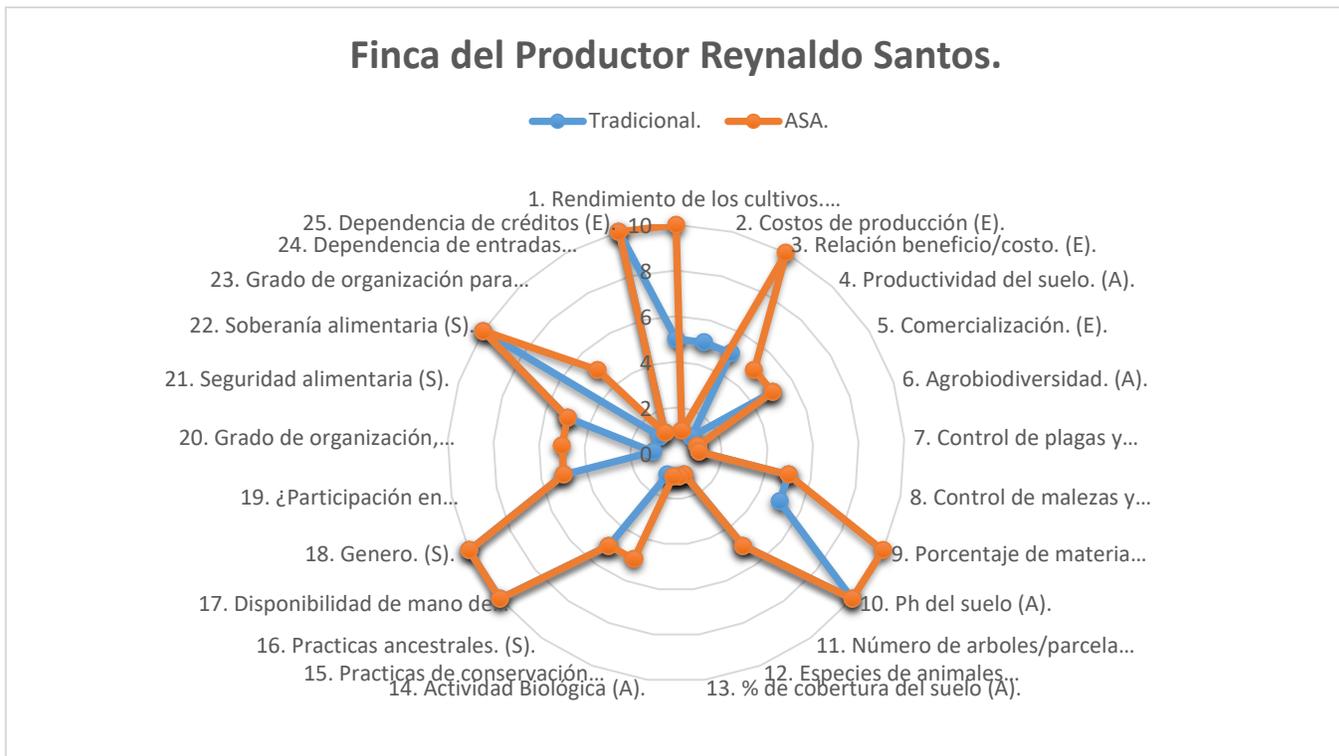
Anexo 40. Ameba de sostenibilidad, productor Luciano Hernández.



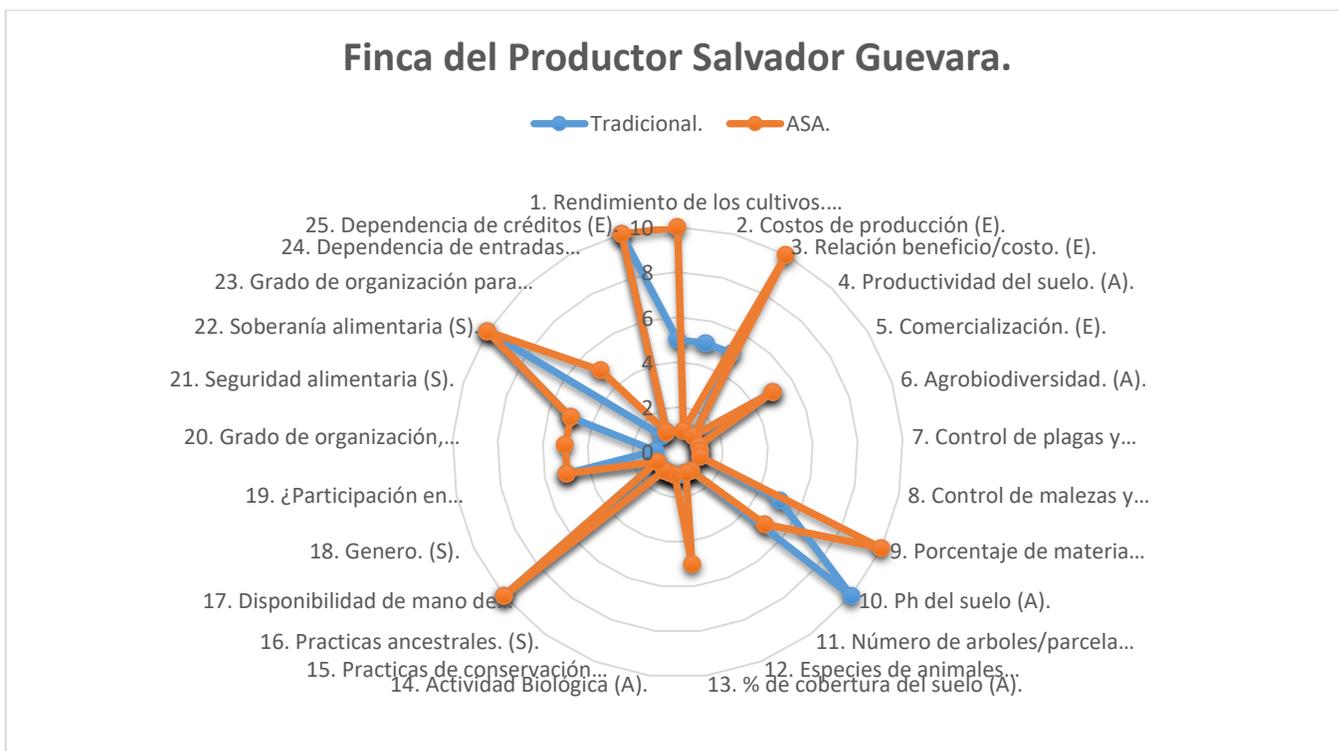
Anexo 41. Ameba de sostenibilidad, productor José Díaz.



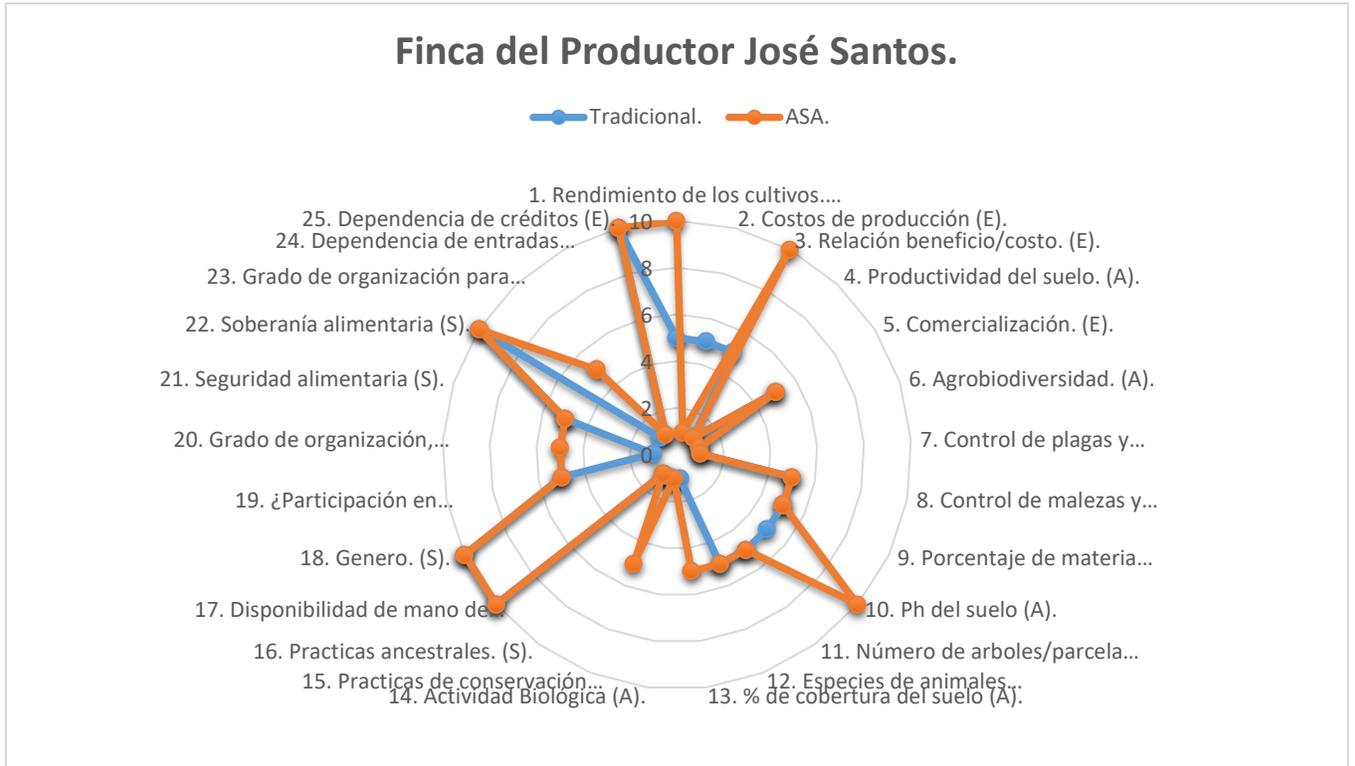
Anexo 42. Ameba de sostenibilidad, productor Reynaldo Santos.



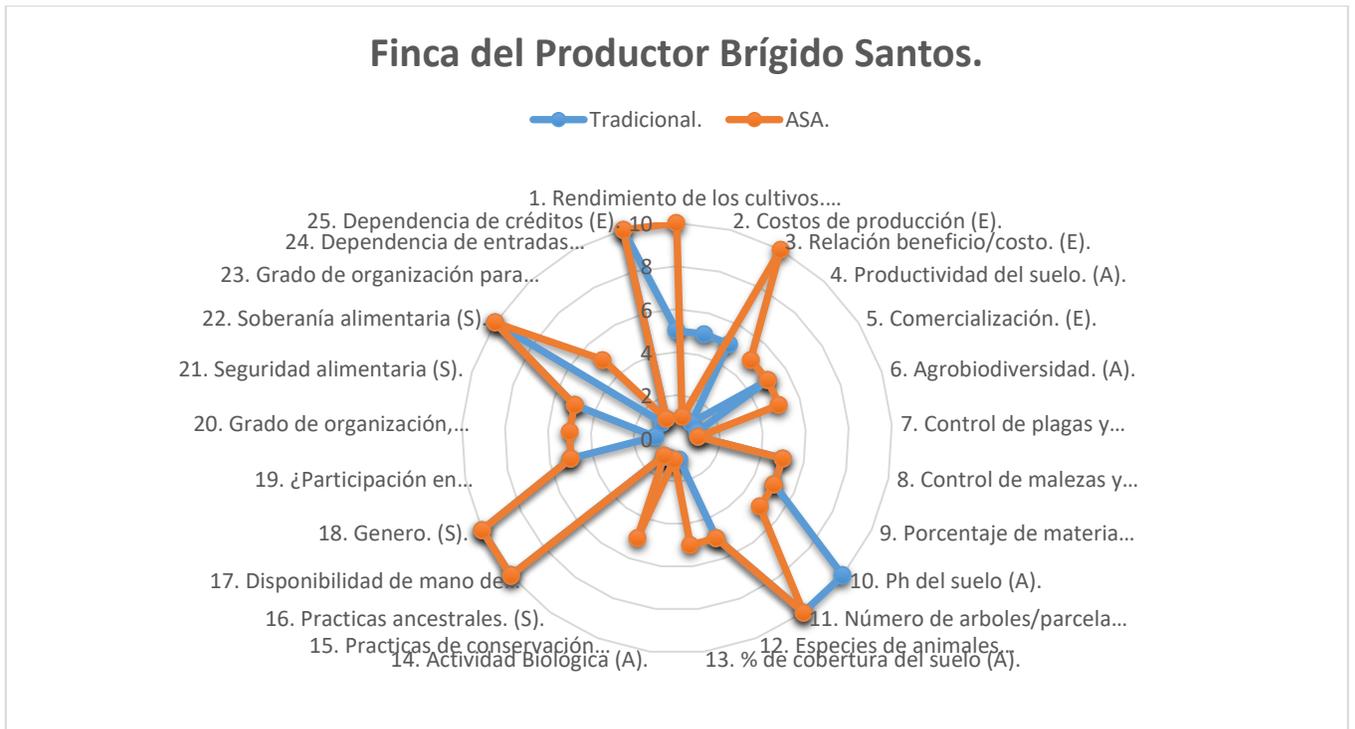
Anexo 43. Ameba de sostenibilidad, productor Salvador Guevara.



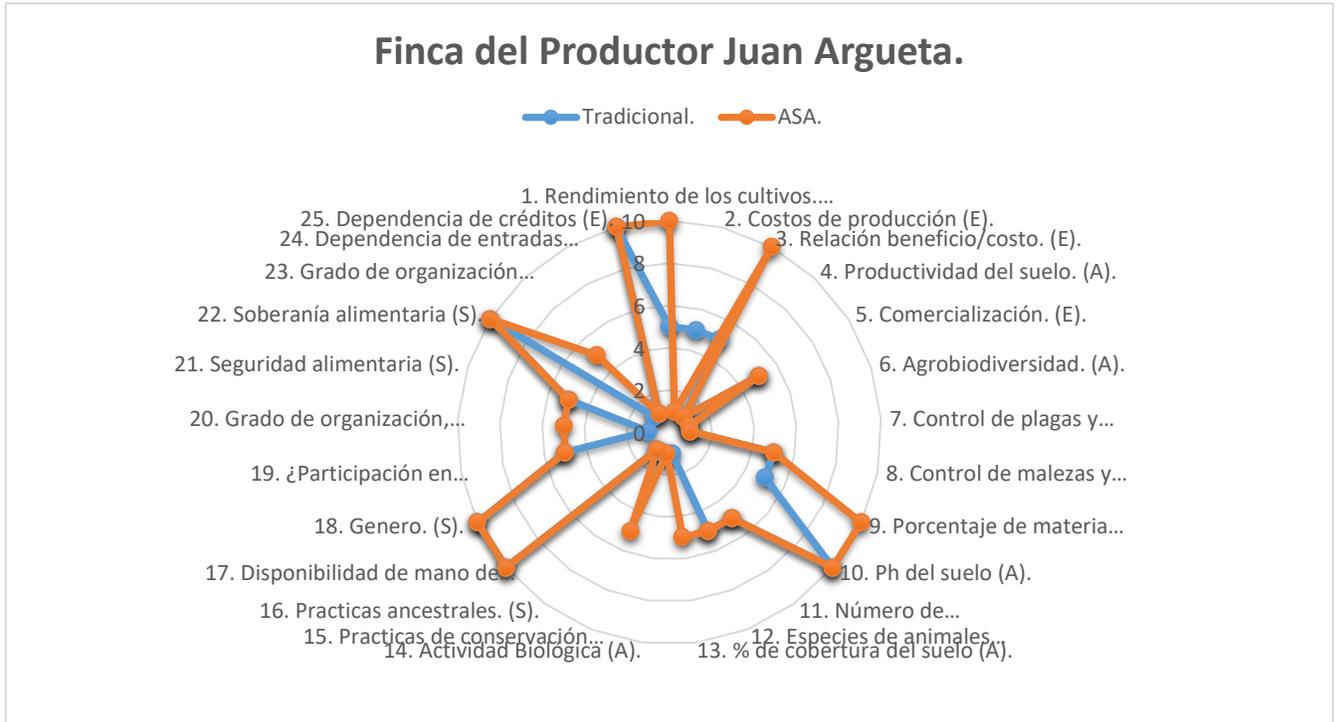
Anexo 44. Ameba de sostenibilidad, productor José Santos.



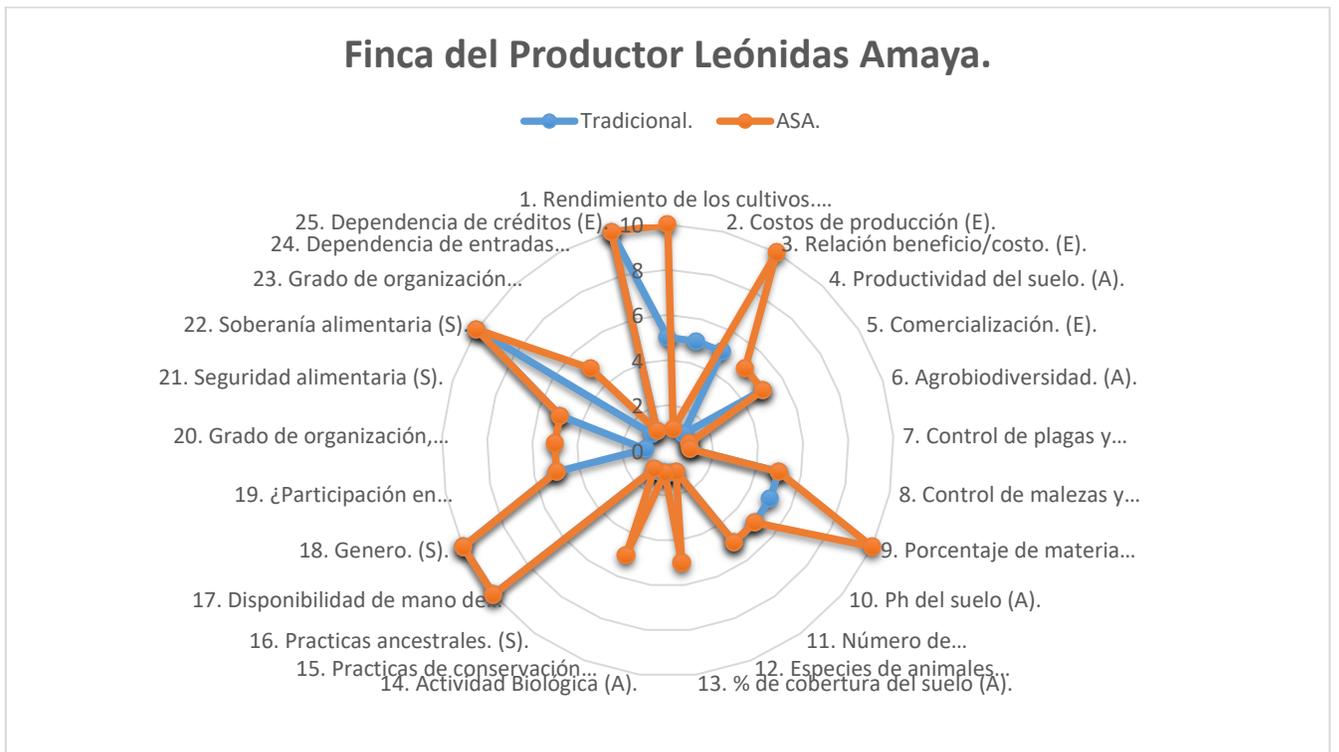
Anexo 45. Ameba de sostenibilidad, productor Brígido Santos.



Anexo 46. Ameba de sostenibilidad, productor Juan Argueta.



Anexo 47. Ameba de sostenibilidad, productor Leónidas Amaya.



Anexo 48. Ameba de sostenibilidad, productor Antonio Sorto.

