



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

DIRECCIÓN DE POSGRADO

MAESTRÍA EN SANIDAD VEGETAL

MODALIDAD: PROYECTO DE DESARROLLO

Tema:

Evaluación de la sustentabilidad de las zonas productoras de tuna *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. de la parroquia Eloy Alfaro, provincia de Cotopaxi.

Proyecto de desarrollo previo a la obtención del título de Magíster en Sanidad Vegetal.

Autor:

Luis Patricio Aguaisa Vivanco

Tutor:

PhD. Carlos Javier Torres Miño

LATACUNGA – ECUADOR

2021

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación “**Evaluación de la sustentabilidad de las zonas productoras de tuna *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. de la parroquia Eloy Alfaro, provincia de Cotopaxi**”, presentado por **Aguaisa Vivanco Luis Patricio**, para optar por el título magíster en Sanidad Vegetal.

CERTIFICO

Que dicho trabajo de investigación ha sido revisado en todas sus partes y se considera que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación para la valoración por parte del Tribunal de Lectores que se designe y su exposición y defensa pública.

Latacunga, abril 16, 2021



.....
PhD. Carlos Javier Torres Miño
C.C. 050232923-8

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

El trabajo de Titulación: “**Evaluación de la sustentabilidad de las zonas productoras de tuna *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. de la parroquia Eloy Alfaro, provincia de Cotopaxi**”, ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, previo a la obtención del título de Magíster en Sanidad Vegetal; el presente trabajo reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la exposición y defensa.

Latacunga, abril 16, 2021



.....

PhD. Emerson Javier Jácome Mogro
C.C. 050197470-3
Presidente del tribunal



.....

Mg. Karina Paola Marín Quevedo
C.C. 050267293-4
Lector 2



.....

Mg. David Santiago Carrera Molina
C.C. 050266318-0
Lector 3

DEDICATORIA

A Dios, por darme la vida y la fortaleza para encaminarme hacía su propósito y ser una persona de bien.

A la memoria de los amigos y familiares que perdieron a un ser querido en esta época de COVID-19

A mis padres, novia y hermanos, que con su cariño y palabras de aliento me ayudaron a culminar mis estudios.

Patricio

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi sincero y profundo agradecimiento a todas las personas que colaboraron en la guía y desarrollo de la presente investigación, en especial al PhD. Carlos Torres por la orientación y paciencia demostrado durante todo el proceso de titulación.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi por abrirme las puertas de su noble institución para continuar a paso firme en mi formación personal y profesional.

A mis compañeros y amigos de aula, por esa amistad sincera y desinteresada demostrado durante el periodo académico y que continuará en el transcurso de la vida.

A mi querida familia, por las muestras de afecto y comprensión en este largo proceso.

Luis Patricio

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Quien suscribe, declara que asume la autoría de los contenidos y los resultados obtenidos en el presente Trabajo de Titulación.

Latacunga, abril 16, 2021



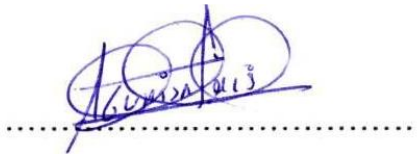
.....
Luis Patricio Aguisa Vivanco

C.C. 050278123-0

RENUNCIA DE DERECHOS

Quien suscribe, cede los derechos de autoría intelectual total y/o parcial del presente trabajo de titulación a la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Latacunga, abril 16, 2021

A handwritten signature in blue ink is written over a horizontal dotted line. The signature is stylized and appears to read 'Luis Patricio Aguaisa Vivanco'.

Luis Patricio Aguaisa Vivanco
C.C. 050278123-0

AVAL DEL VEEDOR

Quien suscribe, declara que el presente Trabajo de Titulación: “**Evaluación de la sustentabilidad de las zonas productoras de tuna *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. de la parroquia Eloy Alfaro, provincia de Cotopaxi**”, contiene las correcciones a las observaciones realizadas por los lectores en sesión científica del tribunal.

Latacunga, abril 16, 2021



.....

PhD. Emerson Javier Jácome Mogro

C.C. 050197470-3

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
DIRECCIÓN DE POSGRADO

MAESTRÍA EN SANIDAD VEGETAL

Título: “Evaluación de la sustentabilidad de las zonas productoras de tuna *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. de la parroquia Eloy Alfaro, provincia de Cotopaxi”

Autor: Aguaisa Vivanco Luis Patricio

Tutor: Torres Miño Carlos Javier PhD.

RESUMEN

La evaluación de la sustentabilidad de agroecosistemas a través del uso de indicadores nos permite detectar aspectos de sistemas complejos para transformarlo en objetivos claros, garantizando la calidad de vida de los productores. El presente trabajo investigativo se realizó en las zonas productoras de tuna: Tanialo, Brazales y Santosamana de la parroquia Eloy Alfaro, provincia de Cotopaxi. Los objetivos de esta investigación fueron: identificar, caracterizar, evaluar y comparar los sistemas de producción de la tuna a través del uso de indicadores de sustentabilidad Económicos, Ambientales y Socio-culturales para lo cual se aplicó una encuesta de 40 preguntas a 16 productores de la localidad, que se ponderaron de acuerdo a su importancia aplicando la metodología de Santiago Sarandón pudiendo determinar que el Indicador Económico (IK) tiene un valor de 2,42, el Indicador Ambiental (IE) tiene un valor de 1,27 y el Indicador Socio-cultural (ISC) tiene un valor de 1,90, dando un Índice de Sustentabilidad General de 1,86, concluyendo que no es sustentable, debiendo adoptar cambios urgentes en las tres dimensiones para mejorar la sustentabilidad con planes y acciones que provengan de los propios actores y comunidades. Para el objetivo de identificar los principales problemas fitosanitarios se aplicó una entrevista obteniendo como resultado que las enfermedades que más afectan al cultivo son: la Antracnosis *Colletotrichum sp.*, *Alternaria sp.* y *Capnodium sp.* que produce la “mancha plateada”, mientras que las plagas que más afectan el cultivo son: el Barrenador *Laetilia coccidivora*, el chinche gris *Leptoglossus zonatus*.

Palabras clave: Metodología, sustentabilidad, caracterización, indicadores, agroecosistemas, productores.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
POSTGRADUATE MANAGEMENT
MASTER'S DEGREE IN PLANT HEALTH

Title: "Prickly pear producing areas sustainability evaluation *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. from the Eloy Alfaro parish, Cotopaxi province"

Author: Aguaisa Vivanco Luis Patricio

Tutor: Torres Miño Carlos Javier PhD.

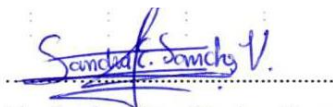
ABSTRACT

The sustainability evaluation of agroecosystems through the use of indicators allows us to detect aspects of complex systems to transform them into clear objectives, guaranteeing the quality of life of the producers. The present research work was carried out in the prickly pear producing areas: Tanialo, Brazales and Santosamana from the Eloy Alfaro parish, Cotopaxi province. The objectives of this research were: to identify, characterize, evaluate and compare the prickly pear production systems through the use of Economic, Environmental and Socio-cultural sustainability indicators, for which a survey of 40 questions was applied to 16 producers of the locality, which were weighted according to their importance applying by Santiago Sarandón methodology, being able to determine that the Economic Indicator (IK) has a value of 2.42, the Environmental Indicator (IE) has a value of 1.27 and the Indicator Socio-cultural (ISC) has a value of 1.90, giving a General Sustainability Index of 1.86, concluding that it is not sustainable, having to adopt urgent changes in the three dimensions to improve sustainability with plans and actions that come from the actors and communities themselves. In order to identify the main phytosanitary problems, an interview was applied, obtaining as a result that the diseases that most affect the crop are: Anthracnose *Colletotrichum sp.*, *Alternaria sp.* and *Capnodium sp.* that produces the "silver spot", while the pests that most affect the crop are: el Barrenador *Laetilia coccidivora*, el chinche gris *Leptoglossus zonatus*.

Keywords: Methodology, sustainability, characterization, indicators, agroecosystems, producers.

Sandra Elena Sánchez Vargas, con cédula de identidad número: 050326776-7 Licenciado/a en: En ciencias de la educación mención inglés con número de registro de la SENESCYT: 1020-2016-1660946; **CERTIFICO** haber revisado y aprobado la traducción al idioma inglés del resumen del trabajo de investigación con el título: "Evaluación de la sustentabilidad de las zonas productoras de tuna *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. de la parroquia Eloy Alfaro, provincia de Cotopaxi", de: Luis Patricio Aguaisa Vivanco, aspirante a magister en Sanidad Vegetal.

Latacunga, junio, 15, 2021



Lic. Sandra Elena Sánchez Vargas

C.C. 050326776-7

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I . INTRODUCCIÓN	1
1.1 Pertinencia académico, científica y social.....	3
1.2 Justificación de la investigación.....	3
1.3 Planteamiento del problema	4
1.4 Objetivos	5
1.4.1 Objetivo general	5
1.4.2 Objetivos específicos	5
1.5 Preguntas hipotéticas	6
CAPÍTULO II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	7
2.1 Generalidades	7
2.2 El cultivo de tuna <i>Opuntia ficus-indica</i> (L.) Mill.....	7
2.2.1 Origen and taxonomía de <i>Opuntia ficus-indica</i>	8
2.2.2 Características de <i>Opuntia ficus-indica</i>	9
2.2.3 Morfología y anatomía	9
2.2.4 Calidad de la fruta	11
2.2.5 Efecto invernadero	11
2.2.6 Variedades de tuna	11
2.2.7 Plagas de la tuna.....	12
2.2.8 Enfermedades de la tuna	15
2.2.9 Ciclo MAC	17
2.3 Sustentabilidad	18
2.3.1 Evaluación de la sustentabilidad per se.....	19
2.3.2 Los indicadores, un requisito para evaluar la sustentabilidad.....	19
2.3.3 Características de los indicadores	20
2.3.4 Agroecosistemas (AES) y ecosistemas naturales (EN).....	21
2.3.5 La metodología de la sustentabilidad.....	22
2.3.6 Pasos a seguir para la evaluación de la sustentabilidad mediante el uso de indicadores	22
2.3.7 Los pasos metodológicos	23

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA	31
3.1 Zona de estudio	31
3.2 Materiales, equipos y documentos	32
3.3 Tipo de Investigación	32
3.3.1 Descriptiva	32
3.3.2 Cualitativa	32
3.3.3 Cuantitativa	33
3.3.4 Explicativo	33
3.4 Técnicas de investigación.....	33
3.4.1 Encuesta	33
3.4.2 Observación.....	33
3.5 Encuesta y entrevistas a los productores	33
3.6 Metodología utilizada para la evaluación de sustentabilidad	33
3.6.1 Selección de los indicadores: Económico, ambiental y socio-cultural.....	34
3.6.2 Caracterización de las unidades de producción	34
3.6.3 Identificación de los indicadores de estudio para la sustentabilidad	34
3.6.4 Método de evaluación	35
3.7 Tipo de muestreo	35
3.7.1 Uso del muestreo estratificado	35
3.7.2 Ventajas del muestreo estratificado	36
3.7.3 Muestra.....	36
3.8 Evaluación y ponderación	37
3.8.1 Evaluación de indicadores mediante tablas de ponderación	37
3.8.2 Existen tres tipos de enfoques para la presentación de resultados: ..	37
3.9 Descripción de la ponderación	38
 CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	 42
4.1 Análisis de la caracterización de la sustentabilidad a los productores de tuna de la parroquia Eloy Alfaro.	42
4.1.1 Características socio-económicos del agricultor	42
4.1.2 Características socio-económicas de la unidad de producción:	53

4.1.3	Factores ambientales del predio	61
4.2	Análisis de sustentabilidad de la parroquia Eloy Alfaro mediante la interpretación de indicadores y subindicadores establecidos en la encuesta	71
4.2.1	Resultados de los indicadores y subindicadores: Indicador Económico (IK).....	71
4.2.2	Resultados de los indicadores y subindicadores: Indicador Ambiental (IE)	73
4.2.3	Resultados de los indicadores y subindicadores de estudio: Indicador Social (ISC).....	77
4.3	Cálculos y resultados de la sustentabilidad	82
4.4	Entrevista.....	87
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		90
5.1	Conclusiones	90
5.2	Recomendaciones	91
CAPÍTULO VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		92
CAPÍTULO VII ANEXOS		96

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados.....	5
Tabla 2. Zonas representativas para la producción de tuna	8
Tabla 3. Características de la sustentabilidad	20
Tabla 4. Algunas diferencias entre ecosistemas naturales y agroecosistemas	21
Tabla 5. Pasos a seguir para la evaluación de la sustentabilidad	22
Tabla 6. Indicadores de sustentabilidad	34
Tabla 7. Muestreo de las encuestas	36
Tabla 8. Fórmulas de las 3 dimensiones analizadas.....	39
Tabla 9. Niveles de sustentabilidad según Santiago Sarandón 2004	39
Tabla 10. Valoración de la sustentabilidad general (ISG)	40
Tabla 11. Resultados de los indicadores y subindicadores: Indicador Económico (IK).....	71
Tabla 12. Niveles de sustentabilidad de la Dimensión Económica (IK).....	73
Tabla 13. Resultados de los indicadores y subindicadores: Indicador Ambiental (IE)	73
Tabla 14. Niveles de sustentabilidad de la Dimensión Ambiental (IA).....	76
Tabla 15. Resultados de los indicadores y subindicadores: Indicador Social (ISC).....	77
Tabla 16. Niveles de sustentabilidad de la Dimensión Social (ISC).....	82
Tabla 17. Matriz de fórmulas y ponderación del valor de los indicadores para la zona de estudio	83
Tabla 18. Resumen de la matriz de fórmulas de sustentabilidad	83
Tabla 19. Resultado de los indicadores e índices de sustentabilidad de la parroquia Eloy Alfaro	85

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Gráfico de ubicación	32
Gráfico 2. Diagrama tipo AMEBA para la representación de resultados	41
Gráfico 3. Sexo del responsable de la Unidad de Producción	43
Gráfico 4. Edad del responsable del predio (años)	43
Gráfico 5. Nivel de instrucción del responsable de la unidad de producción	44
Gráfico 6. Número de hijos menores de 18 años	45
Gráfico 7. Número de personas que aportan con los gastos del hogar	46
Gráfico 8. Tipo de servicio médico que poseen en el sector.....	46
Gráfico 9. Tipo de vivienda	47
Gráfico 10. Ingreso mensual del agricultor (dólares).....	48
Gráfico 11. Variedad de tuna que se cultiva en la UPA.....	49
Gráfico 12. Características productivas de la tuna.....	49
Gráfico 13. Medio de comunicación e información de los productores	50
Gráfico 14. Medios de transporte de la zona.....	51
Gráfico 15. Actividad a la que se dedica el productor y su familia	52
Gráfico 16. Capacitación de las instituciones públicas y privadas	52
Gráfico 17. Título de propiedad del predio.....	53
Gráfico 18. Extensión del terreno de uso agrícola	54
Gráfico 19. Personas que trabajan en el predio.....	54
Gráfico 20. El rendimiento del cultivo de tuna	55
Gráfico 21. Insumos y propagación de la tuna.....	56
Gráfico 22. Lugar de comercialización de la tuna	56
Gráfico 23. Calidad de la tuna.....	57
Gráfico 24. Mano de obra para la producción de la tuna	58
Gráfico 25. Número de jornales utilizados en la producción de la tuna	58
Gráfico 26. Costo de trabajo de un jornal	59
Gráfico 27. Tenencia de la tierra.....	60
Gráfico 28. Nivel de satisfacción con la actividad de producción.....	60
Gráfico 29. Cuenta con agua de riego permanente para su cultivo.....	61
Gráfico 30. Forma de agricultura que practica.....	62

Gráfico 31. Usa abono químico para la fertilización	62
Gráfico 32. Controla su cultivo solo con productos químicos	63
Gráfico 33. Realiza quema de rastrojos de malezas.....	64
Gráfico 34. Realiza aplicaciones de materia orgánica en la tuna.....	64
Gráfico 35. Realiza rotación de cultivos	65
Gráfico 36. Cada que tiempo realiza la rotación de cultivos	66
Gráfico 37. Utiliza extractos o repelentes caseros para combatir las plagas	66
Gráfico 38. Realiza controles biológicos en sus cultivos.....	67
Gráfico 39. Cuál es el mayor problema que tiene en relación a su cultivo.....	68
Gráfico 40. Existe pendientes que pueden provocar la erosión en su predio.....	68
Gráfico 41. Realiza obras de conservación de suelos	69
Gráfico 42. Realiza la siembra de especies forestales o nativas	70
Gráfico 43. Sustentabilidad de la unidad de producción correspondiente a la parroquia Eloy Alfaro	84
Gráfico 44. Sustentabilidad de los indicadores y subindicadores de las zonas de producción de tuna de la parroquia Eloy Alfaro	85
Gráfico 45. Plagas identificadas del cultivo de la tuna	88
Gráfico 46. Enfermedades identificadas en el cultivo de la tuna.....	88
Gráfico 47. Pérdidas económicas por plagas y enfermedades en el cultivo de tuna.....	89

ÍNDICE DE FOTOS

Foto 1. Cultivo de tuna recién establecido	101
Foto 2. Cultivo con más de 20 años en producción	101
Foto 3. Presencia de pudrición blanda (<i>Erwinia carotovora</i>)	102
Foto 4. Antracnosis (<i>Colletotrichum sp.</i>)	102
Foto 5. Mal de oro Mancha Plateada (<i>Alternaria sp.</i> y <i>Capnodium sp.</i>)	103
Foto 6. Daño por picudo del Nopal (<i>Cactophagus spinolae</i>)	103

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Ficha para la encuesta	96
Anexo 2. Resultados de la entrevista	100

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la creciente conciencia sobre el negativo impacto ambiental, social y cultural de las prácticas de la agricultura moderna, ha llevado a plantear la necesidad de un cambio hacia un modelo agrícola más sustentable (Gliessman 2001, Sarandón 2002) (Martini s. f.).

Los problemas ambientales y sociales de la agricultura moderna señalan la necesidad de lograr un cambio hacia sistemas más sustentables, por tal motivo la Agroecología surge con gran fuerza en los últimos años, como un nuevo enfoque científico que pretende encarar este desafío desde otro paradigma (Sarandón y Flores 2014).

Para obtener una buena caracterización de un sistema agropecuario se requiere definir bien los indicadores que den respuesta a las dimensiones económica, ambiental y social; donde los valores a obtener sean cualitativos y cuantitativos. De acuerdo a Sarandón (2002), el uso de indicadores con valores y objetivos claros, permite la operativización del concepto de sustentabilidad y mejora la toma de decisiones de los sistemas agropecuarios (Albicette et al. 2009).

La tuna es capaz de crecer en tierras donde otros cultivos no prosperan. Puede ser usado para la restauración de tierras degradadas en muchos países, tales como Etiopia, es el único cultivo en el cual se puede confiar donde todos los demás han fallado. El cultivo se originó en México quien es todavía el mayor productor y consumidor del mundo, pero otros países incluyendo: Marruecos, Etiopia, Sudáfrica, Kenia, India y Pakistán, están incrementando su producción y uso. La fruta y sus cladodios tiernos pueden ser consumidos por humanos, y el interés en el uso forrajero está aumentando. Adicionalmente, sus propiedades medicinales y usos industriales están siendo activamente investigados y promovidos (FAO y ICARDA 2018).

En Ecuador se cultivan cuatro variedades de tuna: la tuna amarilla sin espina, la amarilla con espina, la blanca y la silvestre, principalmente en las provincias de Imbabura, Loja, Santa Elena y Tungurahua, con una extensión aproximada de 180 hectáreas (MAG s. f.).

La tuna puede variar del color blanco, amarillo, verde, rosa, anaranjado, rojo hasta el violeta. El mismo depende de la cantidad de carotenoides y betalaínas, pigmentos naturales de color rojo, a quienes se les atribuye gran poder antioxidante. Es así que por tener mayor concentración de betalaínas las de color violeta tienen mayor poder antioxidante que las blancas, amarillas o verdes. No menor es su contenido de vitamina C que llega a 40mg/100g, los polifenoles y los flavonoides (Argentinos s. f.).

Según, (Censos s. f.) la parroquia Eloy Alfaro, en la provincia de Cotopaxi cuenta con zonas productoras de tuna como los barrios Tanialo, Brazales y Santosamana, de acuerdo al último censo del INEC el 26,4 % de las personas de Cotopaxi se dedican a la agricultura y el 44,6 % de la población trabaja por cuenta propia, quienes están conscientes que a través de las prácticas agrícolas sustentables y sostenibles se pueden generar ventajas competitivas dentro de la cadena productiva, mejorando la comercialización, desarrollo de nuevos productos, formas de aprovechamiento de suelos y estrategias de comercialización.

El objetivo de esta investigación es la evaluación de la sustentabilidad de las zonas productoras de tuna de la parroquia Eloy Alfaro, a través de un conjunto de indicadores económicos, ambientales y socio-culturales, para evaluar la sustentabilidad utilizando el método de Sarandón, enfocado a todos los productores. Con los resultados de los indicadores planteados, los productores pueden desarrollar alternativas de manejo más rentables, respetuosos con el medio ambiente, proporcionando una mejor calidad de vida a sus familias y un crecimiento sustentable.

En este trabajo se utilizó el método de Sarandón, como forma de evaluación y se propondrán indicadores económicos, ambientales y socio-culturales. Posteriormente deberán realizarse las mediciones, el monitoreo, y la integración de los resultados utilizando diferentes técnicas, para llegar a recomendaciones sobre

los sistemas de manejo, que permitan proponer sistemas alternativos (Maserá *et al.*, 2000) (Albicette *et al.* 2009).

1.1 Pertinencia académico, científica y social

La línea de enfoque de la presente investigación es el desarrollo y seguridad alimentaria, la sublínea de investigación es el desarrollo económico, bioclimatología y plagas en las regiones del Ecuador, que para tal efecto se recopiló aspectos económicos, sociales y ambientales del sector, así como también los datos de plagas y enfermedades del sector.

El tema de estudio consiste en la evaluación de la sustentabilidad del cultivo de tuna *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill., de la parroquia Eloy Alfaro, provincia de Cotopaxi. Tomando al cultivo de tuna como una alternativa de producción sustentable por la textura arenosa del suelo y la escasez de agua para riego que tienen en el sector dificultando la producción de otros rubros.

1.2 Justificación de la investigación

Es tiempo de una nueva revolución conceptual y metodológica que guíe nuevas formas de producción más sostenibles, nuevos diseños y manejos de agroecosistemas, nuevo tejido social que respalde la sostenibilidad de los sistemas de producción agrícola a nivel global (Martini s. f.).

A pesar que el cultivo de tuna está ganando mercado en nuestro país, la provincia de Cotopaxi ha registrado poca participación en la producción nacional, esto se debe a la falta de información y divulgación de los beneficios que presenta la tuna a la sociedad, el presente estudio se realizó en la sierra centro del Ecuador, en la provincia de Cotopaxi, cantón Latacunga, parroquia Eloy Alfaro barrios: Tanialo, Brazales y Santosamana, en donde cultivan la tuna como un medio de subsistencia de algunas familias del sector.

La falta de conocimiento del cultivo, valor nutricional y comercialización de la tuna ha sido una limitante para impulsar el cultivo a una escala que genere un ingreso económico representativo para las personas que se dedican de manera directa e indirecta a esta actividad.

Se consideró importante la realización de esta investigación debido a la obtención de data relacionada al cultivo de la tuna con indicadores económicos, ambientales y socio-culturales, para determinar si posee una producción sustentable que permita mantener un equilibrio en todos los sistemas para lograr un nivel de producción eficiente, rentable y sostenible en un mercado competitivo.

1.3 Planteamiento del problema

Los principales factores socio-económicos como el apoyo gubernamental en investigación, comercialización y difusión del manejo agronómico del cultivo de tuna es un factor limitante para que el cultivo se proyecte a una escala superior de producción en los suelos áridos de la zona occidental de la parroquia Eloy Alfaro.

Actualmente existe una gran variedad en los cambios de las prácticas agropecuarias y en la incorporación de nuevas tecnologías. Se necesitan, por lo tanto, criterios y metodologías que permitan evaluar el impacto que estas prácticas o tecnologías tienen sobre la sustentabilidad de los agroecosistemas tanto a nivel de los agricultores, como de una región determinada. (Martini s. f.)

En los últimos 10 años el cultivo de tuna se ha convertido en un tema de estudio por la fácil adaptabilidad a suelos erosionados y con un déficit hídrico prolongado, siendo los barrios Tanialo, Brazales y Santosamana de la parroquia Eloy Alfaro en donde se concentra la mayor cantidad de productores de la localidad, con superficies mínimas de producción por la falta de información y divulgación del cultivo.

La presente investigación permitirá evaluar la sustentabilidad de la producción de tuna de los barrios Tanialo, Brazales y Santosamana, pertenecientes a la parroquia Eloy Alfaro, aportando de esta manera a la construcción de indicadores económicos, ambientales y socio-culturales que pongan en evidencia aquellos aspectos que le den mayor sustentabilidad en la producción. Adoptando la metodología de Santiago Sarandón, se desea detectar los puntos críticos, evaluar y comparar los indicadores de sustentabilidad, así como también la identificación de los problemas fitosanitarios y de comercialización para proponer una herramienta que contribuya a una producción agrícola sustentable.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Evaluar la sustentabilidad de las zonas productoras de tuna *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. de la parroquia Eloy Alfaro, provincia de Cotopaxi.

1.4.2 Objetivos específicos

- Identificar los indicadores de sustentabilidad: económicos, ambiental y socio-cultural de acuerdo a la realidad local.
- Caracterizar los sistemas de producción de las zonas productoras de tuna.
- Evaluar y comparar la sustentabilidad económica, ambiental y socio-cultural de los sistemas de producción de tuna.
- Identificar los problemas fitosanitarios del cultivo de la tuna del área de estudio.

Tabla 1. Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados

OBJETIVOS	ACTIVIDADES (Tareas)	RESULTADOS DE LA ACTIVIDAD	MEDIOS DE VERIFICACIÓN
Identificar los indicadores de sustentabilidad: económicos, ambiental y socio-cultural de acuerdo a la realidad local.	Recorrido en los barrios para la ubicación de los productores y sus predios. Levantar las encuestas.	Datos cualitativos y cuantitativos.	Tablas y gráficos de datos estadísticos.
Caracterizar los sistemas de producción de las zonas productoras de tuna.	Recopilación de datos en campo para cada indicador. Tabulación de datos obtenidos en campo.	Información de los Indicadores de cada productor. Datos cualitativos y cuantitativos.	Tablas y gráficos de datos estadísticos. Sustento bibliográfico.
Evaluar y comparar la sustentabilidad económica, ambiental y socio-cultural de los sistemas de producción de tuna.	Digitalización y verificación de los datos obtenidos en campo.	Datos cualitativos y cuantitativos.	Tablas y gráficos de datos estadísticos.

Identificar los principales problemas fitosanitarios del cultivo de tuna de la localidad.	Aplicación de entrevistas.	Datos cualitativos y cuantitativos.	Tablas y gráficos de datos estadísticos.
---	----------------------------	-------------------------------------	--

Fuente: El autor

1.5 Preguntas hipotéticas

¿Las zonas productoras de tuna de la parroquia Eloy Alfaro presentan niveles significativos de sustentabilidad?

¿Se identificó los principales problemas fitosanitarios de la tuna?

CAPÍTULO II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 Generalidades

El cantón Latacunga está conformado por 5 parroquias urbanas y 10 rurales. Las parroquias urbanas son las siguientes: La Matriz, Ignacio Flores, Eloy Alfaro, Juan Montalvo, San Buenaventura y las parroquias rurales son: Aláquez, Pastocalle, Joseguango Bajo, Belisario Quevedo, Guaytacama, Poaló, Once de Noviembre, Tanicuchí, Mulaló y Toacaso (Sánchez 2016).

2.2 El cultivo de tuna *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.

El nopal o tuna es una especie originaria de América, trasladada por los españoles, difundándose así por toda la Costa Mediterránea, con dos grandes centros de distribución: al sur desde Chile hasta Ecuador y al norte en las planicies de México y California; al igual que muchas otras plantas nativas, la tuna y algunas especies de esta fueron introducidas como planta ornamental a Europa por los españoles en tiempos de la conquista y por las condiciones ecológicas y climáticas actualmente se encuentra distribuida en países tales como: España, Portugal, Italia, Argelia, Marruecos, Túnez, Grecia, Israel, Australia, Norte de África, así como también, Brasil, Argentina, Colombia y Estados Unidos se adaptaron con mayor facilidad (Balseca V. 2016).

“El oro verde”, “fruta del pobre”, “tesoro bajo las espinas”, “el dromedario del mundo vegetal” y “la planta del futuro”, “planta sagrada” y “árbol monstruoso”, son solamente algunos de los epítetos usados para describir la planta y la fruta del nopal (Arias Jiménez, 2013). Estos nombres denotan la importancia de los nopales en el trabajo y la vida de las personas, describen su tolerancia a la sequía y altas temperaturas, y su adaptabilidad a suelos pobres. Sin embargo, todavía existen posibilidades de desarrollo y mejoramiento (Ochoa y Giuseppe 2018: 2-12).

La tuna ha sido un cultivo artesanal de las zonas secas y áridas ecuatorianas, con superficies pequeñas, de 300, 500 o 1000 metros cuadrados, el creciente mercado interno de la última década ha impulsado siembras de mayores extensiones e inclusive las posibilidades de exportación de tuna como fruta y la cochinilla que se produce en su planta (Balseca V. 2016).

Tabla 2. Zonas representativas para la producción de tuna

PROVINCIA	CANTÓN
Imbabura	Valle del Chota, Salinas, Ambuqui.
Pichincha	San Antonio de Pichincha, Malchingui, Perucho.
Cotopaxi	Saquisilí, Pujilí.
Tungurahua	Pelileo, Patate.
Chimborazo	Bayuci, Guano.
Azuay	Paute, Gualaceo.
Loja	La Toma, Macara, Celica.
Manabí	Portoviejo, Manta.
Guayas	Salinas.
El Oro	Arenillas, Santa Rosa.

Fuente: (Balseca V. 2016)

Existen pequeñas cantidades exportadas, especialmente de los cultivos provenientes de Salcedo (Provincia de Tungurahua), siendo exportadas a países tales como: Colombia, Bélgica, Estados Unidos, Holanda (Países Bajos), España, Portugal, Brasil, Alemania, Canadá, Italia, Suecia, Suiza, Reino Unido, Cabo Verde, México, Venezuela (Balseca V. 2016).

2.2.1 Origen and taxonomía de *Opuntia ficus-indica*

Opuntia ficus-indica L. Mill, generalmente conocida como tuna, tuna o nopal, es una planta tropical o subtropical que pertenece a la familia Cactaceae, originaria de las regiones áridas y semiáridas de América. Esta planta puede crecer en climas áridos y semiáridos, siendo la planta Cactaceae de mayor relevancia económica en el mundo (Hernández G. et al. 2020).

El cultivo del nopal tunero se ha desarrollado en zonas áridas y semi-áridas donde la escasez del agua es una limitante no sólo para este cultivo sino para otros tales como frijol y maíz (Varela G. et al. 2018).

2.2.2 Características de *Opuntia ficus-indica*

Plantas de hábito arbustivo o arbóreo, usualmente con troncos bien desarrollados. Los segmentos del tallo son variables, ampliamente abovados u oblongos a espatulados, aplanados, de 20-50 cm de longitud, 20-30 cm de anchura, aproximadamente de 2 cm de grosor, verde opaco, cubiertos por una capa delgada de cera, de 2-5 cm de separación entre areolas. Las gloquidas se caen muy temprano, espinas ausentes o 2 (-7) por areola, largo entre 0.5-1.0 cm blanquecinas. Las flores son amarillas, rara vez anaranjadas, de 6-8 cm de longitud, 5-10 cm de diámetro durante antesis. Los frutos presentan numerosas areolas (aprox. 30-40), con gloquidas, rara vez con espinas, tuberculadas, ovoides a oblongos, de 6 (-8) cm de longitud, 3 (-5) cm de diámetro, amarillas, anaranjadas, rosado-verdosas o rojizas (Kiesling y Metzger 2018: 14-20).

2.2.3 Morfología y anatomía

2.2.3.1 Sistema radical

El nopal posee un sistema radical superficial y carnoso, que se distribuye horizontalmente. La distribución de la raíz depende del tipo de suelo y del manejo del cultivo, bajo condiciones favorables de suelo se desarrolla una raíz pivotante, que penetra el suelo hasta aproximadamente 30 cm. (Pratt et al. s. f.: 22-29).

2.2.3.2 Cladodio

En *O. ficus-indica* las partes de pseudotallo conocidos como cladodios, son suculentos y de forma típicamente oblonga a espatulada-oblonga, usualmente de 30 a 40 cm de largo, a veces más largas, (70-80 cm) y de 18 a 25 cm de ancha (Pratt et al. s. f.: 22-29).

2.2.3.3 Epidermis

La epidermis constituye la capa más exterior de células del cuerpo de los cactus, es una capa protectora continua de células que también poseen estomas. La epidermis tiene tres funciones principales: (Pratt et al. s. f.: 22-29).

- Regular la entrada de dióxido de carbono y la salida de oxígeno de la planta.
- Retener el agua dentro del cuerpo de la planta.
- Proteger la planta de los hongos, insectos y luz solar intensa.

2.2.3.4 Areolas

Las areolas son ovaladas y se ubican a 2 mm debajo de la superficie de la epidermis. Bajo condiciones ambientales apropiadas, los cladodios nuevos, las flores o las raíces emergen del tejido meristemático de las areolas. En *O. ficus-indica*, las areolas se distribuyen en una orientación helicoidal, y desarrollan espinas (en vez de hojas como sucede en la mayoría de las plantas) (Pratt et al. s. f.: 22-29).

2.2.3.5 Espinas y gloquidias

En *O. ficus-indica*, las espinas presentan la superficie rugosa y la gloquidias la tienen lisa; las gloquidias están organizadas en grupos de 7 a 12, en las cavidades de las areolas. Las espinas son blancas; una o dos son largas (1.0 a 1.5 cm); acompañadas por dos más pequeñas. Adicionalmente las espinas ayudan a reducir la temperatura del tallo durante el día, y su presencia disminuye la intercepción de luz por el cladodio (Pratt et al. s. f.: 22-29).

2.2.3.6 Yemas florales

Las yemas florales de los cactus son las areolas, las cuales se han desarrollado muy temprano en la axila del primordio de hoja, el 74% de las flores de *O. ficus-indica* crecen en cladodios de 1 año de edad, mientras que la mayoría de las yemas vegetativas brotan en cladodios de 2 años. *O. ficus-indica* desarrolla 20 o más yemas florales por cladodio, y durante el desarrollo floral, el pericarpio mantiene la actividad fotosintética y el desarrollo areolar de las gloquidias, espinas y hojas (Pratt et al. s. f.: 22-29).

2.2.3.7 Fruto

El fruto de *O. ficus-indica* es una baya carnosa simple formada por un ovario inferior hundido en el tejido del tallo del receptáculo, la pulpa está formada del crecimiento exterior de los tricomas que se originan en las células epidermales del funículo y la envoltura funicular. El diámetro ecuatorial es el que mejor representa el peso fresco y seco de la fruta. Las comparaciones entre el desarrollo de la cascara y la porción comestible revelan que el crecimiento de la cascara es mayor durante las primeras semanas después de la floración, mientras que la porción comestible

empieza a expandirse más en las últimas 5-6 semanas antes de la maduración (Pratt et al. s. f.: 22-29).

2.2.4 Calidad de la fruta

A pesar de las investigaciones en los últimos 20 años, el conocimiento del nopal tunero es todavía escaso para los productores. La experiencia italiana ha mostrado que el manejo racional de los huertos se asocia con alta calidad y mayores ganancias que el manejo limitado. Para mejorar la productividad y calidad de fruta, debe haber más conciencia de la influencia del ambiente y el manejo de las huertas sobre el crecimiento de la fruta y la maduración (Ochoa y Giuseppe 2018: 2-12).

2.2.5 Efecto invernadero

El aumento en las plantaciones de nopal podría ser parte de una estrategia para aliviar la acumulación de CO₂ en la atmosfera. Las plantaciones de nopal pueden funcionar no únicamente como reservas de agua, sino como reservas de carbono en regiones áridas y semiáridas donde el clima es errático. En este tema se requiere más investigación (Ochoa y Giuseppe 2018: 2-12).

2.2.6 Variedades de tuna

2.2.6.1 Tuna silvestre

Esta planta crece libremente en el campo. Se caracteriza por tener hojas y fruto más pequeño que el resto de variedades. La mayoría de plantas está plagada por la cochinilla, un parásito del que se extrae un colorante natural de uso industrial. (Pérez 2016)

2.2.6.2 Amarilla con espinas

Esta es una variedad producto del cruce entre la tuna silvestre y la tuna amarilla sin espinas, provocada por la polinización de los insectos. Su fruto es grande y redondo. Es muy apreciada por su comida amarillenta que la vuelve atractiva. (Pérez 2016)

2.2.6.3 Tuna blanca

Esta variedad tiene el fruto alargado. La pulpa tiene un sabor más dulce que el resto de tunas. Entre las ventajas está que es la planta más resistente al ataque de las

enfermedades. También es de fácil manejo, pues casi no posee espinas. (Pérez 2016)

2.2.6.4 Amarilla sin espina

Esta es la más apreciada por los campesinos. Las hojas y los frutos prácticamente no tienen espinas. Además, tienen muy buena acogida en el mercado. El color la vuelve más apetitosa a la vista de los consumidores. Pero la planta es delicada (Pérez 2016).

2.2.7 Plagas de la tuna

2.2.7.1 Grana cochinilla (*Dactylopius indicus*)

Del Orden Homoptera, de la Familia Dactylopiidae.- poseen un cuerpo blando, cuyas estructuras cuticulares excretan ceras blanquecinas a modo de algodón que recubre el cuerpo del insecto y lo protege contra depredadores, factores ambientales e incluso insecticidas. Las hembras presentan tres estadios: huevo, ninfa y adulto, los machos por su parte presentan cinco estadios: huevo, ninfa, prepupa, pupa y adulto. Una hembra produce de 150 a 400 huevos y su ciclo biológico es de aproximadamente 115 días. Los machos adultos al emerger, solo poseen un par de alas con poca venación, utilizan sus alas para desplazarse y buscar hembras para fecundarlas, en el estado adulto no puede alimentarse, debido a ello presentan un periodo de vida muy corto (2-3 días), su función primordial es la fecundación de las hembras. Cuenta con varios enemigos naturales en la zona como *Chilocorus cacti*, *Hyperaspis trifurca* y *Laetilia sp.* (Jaramillo y Calva 2017).

2.2.7.2 Barrenador (*Laetilia coccidivora* Comstock)

En su estado larval constituye galerías en el interior de las pencas y a manera de protección contra agentes externos teje hilos sedosos al principio y luego deposita sus excrementos en el lugar de entrada lo cual hace más fácil su localización ya que estos excrementos al mezclarse con una sustancia epidérmica que emite la penca forma una verdadera masa, endurecida muchas veces. El sector del cladodio en cuyo interior la larva construye una galería que torna la epidermis dura y necrótica. Costa (1949) menciona un lepidóptero de nombre científico *Laetilia coccidivora* Comstock como un depredador de *Coccideos* y que por sus características podría

tratarse del coleccionado en este trabajo. Es una polilla pequeña de color gris oscuro, la cual antes de comenzar a construir su capullo en el cual se transforma en pupa, la duración del estado pupal fue de 30 días en condiciones de laboratorio (Jaramillo y Calva 2017).

2.2.7.3 Gusano de la tuna (*Cactoblastis cactorum*)

El *Cactoblastis* o gusano de la tuna es un género de la familia Pyralidae, la cual posee alrededor de 20 géneros y no menos de 58 especies, los cuales se encuentran asociados con las Cactáceas. La especie *Cactorum* es la única que posee un amplio rango de plantas de la familia opuntioidea en que pueden desarrollarse.

Las mariposas, emergen de sus pupas durante el crepúsculo, las mariposas adultas viven aproximadamente 9 días y no se alimenta durante el día, durante las noches las mariposas se vuelven activas. Los huevos son puestos principalmente en palmas suculentas, los huevos eclosionan durante el día, durante la noche lo pueden hacer si hay suficiente calor. Habiendo consumido el contenido de una palma, las larvas hacen un túnel en otra palma adyacentes, o bien toda la colonia deja la penca y se va en grupo a infestar otra planta. Cuando maduran, las larvas abandonan la palma, e individualmente van cayendo al suelo y tejen capullos de seda blanca en el suelo, sobre las hojas, en o bajos las palmas caídas. Empujan dentro de ese capullo (crisálidas) y emergen como palomillas adultas. (Bazan y Namur s. f.)

2.2.7.4 Picudo del nopal (*Cactophagus spinolae*)

Del orden Coleóptera pertenece a la familia Curculionidae los huevos son brillantes de color marfil, las hembras ovipositan en un agujero que hacen con su aparato bucal, cubriéndolo con una sustancia verde, las larvas miden de 25 a 31 mm de largo, son de color blanco cremosos y ligeramente curvas, la cabeza es de color café, con fibras masticadas construyen una celdilla para convertirse en pupa y así pasar el invierno, el ciclo biológico de la pupa es de 7 a 15 meses, solo se presenta una generación al año lo cual depende de las condiciones climáticas, los adultos son de color negro con dos franjas rojas o naranjas en la parte anterior del protórax y dos pares de franjas transversales de color anaranjado en los élitros, llegan a medir entre 2.3 y 3 cm de longitud. Se caracterizan por contar con un pico muy alargado y un par de antenas largas para guiarse en busca del alimento (Cosavedf 2018).

Los adultos ocasionan daño directo al alimentarse de los brotes tiernos (nopalitos) provocando deformaciones y disminución de brotes vegetativos y florales, además de del daño directo que ocasionan, las heridas provocadas pueden ser una fuente de entrada para otras enfermedades. El daño ocasionado por las larvas es al alimentarse de tejido interno, ocasionando galerías en los cladodios maduros. Este daño se detecta por una secreción gomosa, que toman inicialmente un color amarillento a negras. Los adultos se alimentan de los brotes de las pencas tiernas y las larvas de los tejidos donde hacen galerías en la parte interna de los ejes principales; ciertas áreas de las partes afectadas presentan acumulaciones de secreciones de consistencia gomosa (Cosavedf 2018).

2.2.7.5 Chinche Roja (*Hesperolabops nigriceps*)

Del orden Hemiptera pertenece a la familia Miridae, la hembra deposita los huevos entre la cutícula de la panta antes de las primeras heladas para que el huevecillo pueda permanecer toda la época fría y posteriormente eclosionar a fines de la primavera. Son de hábitos gregarios y tiene la capacidad de moverse rápidamente si son molestados, el adulto puede medir de 6.5 a 7.5 mm de longitud, de color negro con el pronoto naranja, ojos prominentes y antenas alargadas. Al llegar el invierno los adultos mueren y quedan solo los huevos invernantes para las siguientes generaciones (Cosavedf 2018).

Las ninfas y adultos del insecto insertan su estilete para alimentarse de la savia de los cladodios, que provoca pústulas que son como pequeñas manchas con un halo clorótico sobre la epidermis del cladodio con tonalidades de amarillo a ocre, a lo que se le conoce como Cacarizo del nopal, lo que dificulta al proceso fotosintético de la planta y se disminuye la producción de nuevos brotes (Cosavedf 2018).

2.2.7.6 Chinche gris (*Chelinidae tabulata*)

Del orden Hemiptera pertenece a la familia Coreidae, los huevos son de forma elipsoidal, moteados de color café oscuro, con exudación blanquecina y puntuaciones finas de 1.5 mm de longitud sobre la superficie, las ninfas son de tamaño variable según el instar ninfal en el que se encuentren, cuerpo de color verde olivo, con extremidades cafés y puntuaciones rojizas en el dorso del abdomen, la chinche gris mide de 12 a 16 mm de longitud y de 4 a 5.8 mm de ancho en la parte más

amplia. Es de apariencia gris con coloraciones amarillas en las patas, antenas, parte media dorsal de la cabeza y parte superior del pronoto; con bandas del mismo color en las alas (hemiélitros). La hembra deposita de 5 a 15 huevecillos en la base de las pencas, por lo regular lo hace en forma de hileras; tiene un amplio rango de oviposición preferentemente durante los meses de abril a septiembre (Cosavedf 2018).

2.2.8 Enfermedades de la tuna

2.2.8.1 Mancha Negra (*Pseudocercospora opuntiae*)

Del orden Capnodiales pertenece a la familia Mycosphaerellaceae, en esta enfermedad se detectaron dos síntomas diversos. El primero de ellos inicia con la decoloración de la cutícula cambiando a un color claro con puntos pequeños de color olivo. Posteriormente las manchas se tornan café oscuro y su diámetro se incrementa a 3-4 cm, presentando además un margen amarillo y la parte central se hunde. Luego la parte afectada se deseca y permaneciendo visible el tejido leñoso que en muchas ocasiones se desprende dejando orificios que atraviesan la penca. Se ha detectado otro síntoma, aunque menos frecuente, que se caracteriza por manchas indefinidas que pueden invadir el cladodio total o parcialmente. Su incidencia más alta se ha observado en aquellos cladodios sombreados y ante la presencia de alta humedad relativa (Jaramillo y Calva 2017).

2.2.8.2 *Fusarium* sp.

A esta enfermedad se la denominó “Lágrima de espelma” o su equivalente en otros países como lagrima de vela debido a que la secreción que sale de los cladodios es de color blanquecino que al gotear se solidifica dándole esa forma característica. Esta enfermedad se encuentra en la mayor parte de los sectores productores de tuna precisamente porque es un patógeno que ataca a una gran diversidad de hospederos (Jaramillo y Calva 2017).

Los síntomas de esta enfermedad empiezan con una mancha acuosa de forma casi siempre circular, en el centro de la misma tiene un color café oscuro con bordes acuosos. A medida que progresa la enfermedad el área de la mancha se deprime comenzando desde el centro y tomando una coloración café, alcanza en primera instancia un diámetro de 1 cm característico en pencas jóvenes, para luego alcanzar

un promedio que va de 2,5 cm a 5 cm. Mientras que en cladodios de reciente formación, esta enfermedad presenta un patrón de distribución que no se limita solamente al centro sino que se distribuye en los bordes del mismo, especialmente entre la parte media y superior llegando a cubrir más del 50 % del área del cladodio y en alguno de los casos lo elimina (Jaramillo y Calva 2017).

2.2.8.3 Antracnosis (*Colletotrichum sp.*, *Glomerella sp.*)

Esta enfermedad se caracteriza por iniciarse en la base de las espinas, con la presencia de pequeñas manchas cloróticas amarillentas resaltadas que se distribuyen alrededor de las espinas en forma aislada. Conforme progresa la enfermedad la mancha va tomando una coloración café rojiza, para luego tomar una coloración café claro, mostrando luego anillos concéntricos de coloración café rojiza más acentuada, entre estos anillos se encuentran puntuaciones negras que se extienden y distribuyen por toda la mancha, dichas puntuaciones corresponden a los peritecios que contienen en su fase sexual a *Glomerella sp.* En las últimas fases de esta enfermedad muchas de las manchas de los costados se unen y forman manchas irregulares con bordes ondulados que se distribuyen por los bordes del cladodio, la mancha se torna blanco cremosa conforme seca la parte afectada dándole el aspecto característico de la enfermedad (Jaramillo y Calva 2017).

2.2.8.4 Pudriciones blandas

Los agentes causales pueden ser hongos y bacterias, aunque estas últimas son las más frecuentes, particularmente las más importantes son: *Erwinia carnegiana*, *E. caratovora*, *E. atroseptica*, *E. chrisanthemi*, *E. betavasculorum*, *E. cacticida*. El daño se caracteriza por presentar inicialmente el tejido blando y acuoso, tornándose posteriormente en una mancha café circular con un margen húmedo, al cual se torna negra. En un estado avanzado de daño se presentan exudados amarillo-rojizos; la pudrición afecta el parénquima y la cutícula, pero los haces vasculares permanecen intactos y una característica importante es la presencia de olores desagradables. En algunas regiones nopaleras del país se han reportado incidencias que pueden llegar hasta el 70%. El patógeno puede permanecer en estado latente en los órganos de almacenamiento (tallos), en los residuos de la misma planta y en las pupas de varios insectos barrenadores. Su infección puede llevarse a cabo a través de aberturas o

heridas naturales, insectos y probablemente por contacto directo de la raíz. Otra fuente de inoculación puede ser causada por los exudados de la lesión que mediante la acción del viento, roedores, aves e insectos (Otitidae, Ephrididae y Sirphidae) pueden transportar el inoculo. Pueden mantenerse en actividad en un amplio rango de temperaturas que pueden oscilar entre los 5 y 36 °C (Méndez et al. 2008).

2.2.8.5 Mal de oro o Mancha Plateada (*Alternaria sp.* y *Capnodium sp.*)

Se encuentra principalmente en plantaciones con más de cinco años de edad y en poblaciones silvestres, la enfermedad es muy notoria ya que la mancha se extiende a partir de la base de la planta, llegando a cubrir las dos terceras parte de la misma. La mancha plateada es producida por un complejo de hongos, según las observaciones realizadas en las muestras obtenidas en campo, donde sobresalen la *Alternaria* y *Capnodium*. (Jaramillo y Calva 2017)

Esta enfermedad se inicia con pequeñísimas erupciones en la epidermis, de aspecto clorótico que muestran sobre las mismas una puntuación rojiza, la misma lesión puede evolucionar o no, quedándose pequeña y abriéndose levemente en la parte superior. En las erupciones pequeñísimas se pueden observar sobre ellos pseudoescudos de color café claro, al evolucionar estas tienen una forma redonda manteniendo su apariencia de pseudoescudo con una pequeña protuberancia en el centro. En lesiones de mayor tamaño se observan claramente el levantamiento de dicho escudo por uno de sus extremos y en cuyo centro se observa una tonalidad café oscuro, en otras puede observarse en el centro una depresión y esta rodeadas por un halo carnosos, la enfermedad es perfectamente reconocible ya que estas manchas se rodean de un polvillo gris o pardo que al coalescer forman una mancha de color pardo que cubre la totalidad de las pencas (Jaramillo y Calva 2017).

2.2.9 Ciclo MAC

Keeley, (1998) determina que el ciclo MAC es originalmente atribuido a las plantas de la familia Crasulacea, el MAC representa un mecanismo de concentración de CO₂, que ha evolucionado en respuesta a la resequedad de los ambientes terrestres y a la deficiencia de carbono inorgánico en ambientes acuáticos (Inglese et al. s. f.: 32-44).

2.2.9.1 Características del MAC y succulencia

- Reducción de la transpiración debido a la apertura nocturna de las estomas, los órganos de almacenamiento de agua contienen 90-95 % de agua comparados con 40-70 % de las plantas no suculentas.
- Reducción de la pérdida de agua, las plantas MAC pierden 20-30 % de la pérdida de agua de las plantas C3 o C4 durante la apertura de estomas asociada a la entrada diurna de CO₂.
- Baja proporción de raíz: parte aérea y crecimiento más rápido durante temporada húmeda.
- Suberización de las células corticales, con la formación de espacios suelo-raíz durante la fase de secado del suelo.
- Reciclado interno del agua del parénquima al clorénquima, manteniendo la turgencia del tejido fotosintético sobre un amplio rango de contenidos de humedad (Inglese et al. s. f.: 32-44).

2.3 Sustentabilidad

Según Chiappe, 2002. La definición más amplia de sustentabilidad es la que refiere a la posibilidad de mantener una serie de objetivos y propiedades ambientales y socioeconómicas deseados a lo largo del tiempo, tomando en cuenta las diversas dimensiones que tiene un agroecosistema (Albicette et al. 2009).

“Una Agricultura Sustentable es aquella que mantiene en el tiempo un flujo de bienes y servicios que satisfagan las necesidades alimenticias, socioeconómicas y culturales de la población, dentro de los límites biofísicos que establece el correcto funcionamiento de los sistemas naturales (agroecosistemas) que lo soportan.” (Sarandón y Flores 2014).

Por otra parte, la sustentabilidad es un concepto complejo en sí mismo porque pretende cumplir con varios objetivos en forma simultánea que involucran dimensiones productivas, ecológicas o ambientales, sociales, culturales, económicas y fundamentalmente temporales (Sarandón 2002).

Para obtener un avance en la sustentabilidad se deben tener los valores y objetivos claros conocidos como indicadores. El uso de los indicadores deberá permitir

comprender perfectamente, sin ambigüedad, los puntos críticos de un agroecosistema (Sarandón 2002).

Según (Sarandón y Flores 2014), Para cumplir con la sustentabilidad y satisfacer las necesidades de las actuales y futuras generaciones, el estilo de agricultura debe poder mantenerse en el tiempo. Para ello deben cumplirse una serie de requisitos. La falta de cumplimiento de los mismos pone en duda, en el corto o largo plazo, la sustentabilidad. Esta agricultura debería ser:

- 1) Suficientemente productiva (dependiendo del nivel de análisis).
- 2) Económicamente viable (a largo plazo y contabilizando todos los costos).
- 3) Ecológicamente adecuada (que conserve la base de recursos naturales y que reserve la integridad del ambiente en el ámbito local, regional y global).
- 4) Cultural y socialmente aceptable.

2.3.1 Evaluación de la sustentabilidad per se

Es la más difícil de realizar, ya que intenta evaluar la sustentabilidad por sí misma. Exige una respuesta categórica: sí o no y una definición de un valor absoluto de sustentabilidad (Sarandón 2002).

2.3.2 Los indicadores, un requisito para evaluar la sustentabilidad

El indicador es una variable seleccionada y cuantificada que nos permite ver una tendencia que de otra forma no es fácilmente detectable.

La complejidad y la multidimensión de la sustentabilidad hacen necesario volcar aspectos de naturaleza compleja en valores claros, objetivos y generales, llamados indicadores (Sarandón 2002).

Se han sugerido marcos conceptuales para el desarrollo o construcción de indicadores. El FESLM (Smyth & Dumanski, 1995), por ejemplo, presenta una guía metodológica para la evaluación de sistemas de manejos sustentables de tierras. En el ámbito agronómico, Astier & Masera (1996) y Astier *et al.*, (2002) proponen el MESMIS (Metodología para la evaluación de la sustentabilidad mediante el uso de Indicadores) basándose en el FESLM, y de Camino & Muller (1993) sugieren una metodología para la construcción de indicadores de sustentabilidad. A pesar de estos interesantes aportes, aún quedan varios puntos para discutir y mucho por

avanzar en las metodologías adecuadas para la construcción e interpretación de indicadores de sustentabilidad (Sarandón y Flores 2014).

2.3.3 Características de los indicadores

Debido a la complejidad propia de la sustentabilidad, lo que se pretende con los indicadores es una simplificación de la realidad. Para el desarrollo de indicadores hay que tener presente algunas características que estos deberían reunir. (Tabla 2) (Sarandón 2002)

Tabla 3. Características de la sustentabilidad

Algunas características deseables que debe reunir la sustentabilidad
<ul style="list-style-type: none">• Estar estrechamente relacionados con (o derivados de) algunos de los requisitos de la sustentabilidad.• Ser adecuados al objetivo perseguido.• Ser sensible a un amplio rango de condiciones.• Tener sensibilidad a los cambios en el tiempo.• Presentar poca variabilidad natural durante el periodo de muestreo.• Tener habilidad predictiva.• Ser directos a mayor valor más sustentables.• Ser expresados en unidades equivalentes. Mediante transformaciones apropiadas. Escalas cualitativas.• Ser de fácil recolección y uso y confiables.• No ser sesgados (ser independientes del observador o recolector)• Ser sencillos de interpretar y no ambiguos.• Presentar la posibilidad de determinar valores umbrales.• Ser robustos e integradores (brindar y sintetizar buena información)• De características universales pero adoptados a cada condición en particular.

Fuente: (Sarandón 2002)

Existen algunos principios que deben cumplirse para un manejo de tierras sustentable. Uno de estos manejos es la agricultura que, por lo tanto, deberá ser: a) Suficientemente productiva, b) Ecológicamente adecuada, c) Económicamente viable y d) Cultural y socialmente aceptable.

Si aceptamos estas condiciones, entonces los indicadores deberían evaluar o abarcar aspectos: a) ecológicos, b) sociales y culturales y c) económicos: (Sarandón 2002)

a) Aspectos ecológicos: Dentro de esta categoría de análisis, los indicadores propuestos deberán evaluar aspectos que afectan:

La capacidad productiva del agroecosistema: Se refieren a aspectos del manejo que ocasionen un cambio en la capacidad o potencial productivos del propio sistema.

El impacto ambiental externo al predio: Son aspectos que, no atentan contra la productividad del sistema, que causan un daño al ambiente o a la salud de animales y/o de la población en el corto plazo.

b) Aspectos sociales y culturales: Esto se refiere algunos aspectos que tienen que ver, por ejemplo, con el grado de satisfacción de necesidades. Se trata de preservar el capital social que es el que pone en funcionamiento el capital natural.

c) Aspecto económico: En esta categoría de análisis se debe desarrollar los indicadores relacionados con la rentabilidad de los sistemas productivos. Un modelo económico no es sustentable si no puede asignarle valores al deterioro de los medios de producción.

2.3.4 Agroecosistemas (AES) y ecosistemas naturales (EN).

Los agroecosistemas, tal como los definió Odum (1984), son un tipo especial de ecosistema, intermedios entre los ecosistemas naturales y los ecosistemas urbanos como las ciudades, totalmente construidos por el ser humano. Los agroecosistemas tienen, tal vez, mayor impacto en nuestras vidas que cualquier otro ecosistema, debido a que ellos nos proveen de comida y fibras y tienen grandes impactos sobre la calidad del ambiente. Varias son las diferencias y similitudes entre los ecosistemas naturales y los agroecosistemas. El conocimiento de estas características y de la influencia que sobre ellas ejercen determinadas prácticas agrícolas es fundamental para planificar un manejo adecuado de los mismos, con el objetivo de una producción sustentable en el tiempo (Sarandón y Flores 2014).

Tabla 4. Algunas diferencias entre ecosistemas naturales y agroecosistemas

ATRIBUTOS	ECOSISTEMA NATURAL	AGROECOSISTEMA
Objetivo	Ninguno	Utilitario
Responsable	Nadie	Agricultor/a
Fuente de energía	Solar (mareas)	Solar + artificial (combustibles fósiles)
Diversidad genética	Alta	Baja
Diversidad específica	Alta	Baja
Fuerza de selección	Natural (evolución)	Humana (económica)

Asignación de recursos	Equitativa (Estr. Competitiva)	Económica (granos)
Productividad (PNC)	Baja (nula)	Alta
Biomasa	Alta	Media
Productividad/Biomasa	Baja	Alta
Ciclo de nutrientes	Cerrada (prácticamente)	Abierto
Aprovechamiento de recursos	Alta	Baja
Continuidad espacio temporal	Alta	Baja
Sincronización entre plantas y microorganismos	Alta	Baja
Lixiviación de nutrientes	Baja	Alta
Erosión	Baja	Alta
Estabilidad	Alta	Baja
Resiliencia	Alta	Baja

Fuente: (Sarandón y Flores 2014)

2.3.5 La metodología de la sustentabilidad

La metodología está basada en la originalmente propuesta por Sarandón (1998, 2002a), y posteriores trabajos de Flores & Sarandón, (2004, 2006), Flores *et al.*, (2007), Sarandón *et al.*, (2006a y 2006b), Abbona *et al.*, (2007a). Consiste en una serie de pasos (Tabla 4) que conducen, como producto final, a la obtención de un conjunto de indicadores adecuados para evaluar los puntos críticos a la sustentabilidad de los agroecosistemas. Se ha intentado que la misma sea sencilla y que permita, de manera rápida, fácil y de bajo costo, evaluar aquellos aspectos que comprometen el logro de la sustentabilidad de los sistemas agrícolas (Sarandón y Flores 2014).

2.3.6 Pasos a seguir para la evaluación de la sustentabilidad mediante el uso de indicadores

Tabla 5. Pasos a seguir para la evaluación de la sustentabilidad

Pasos para la evaluación de sustentabilidad	
1. Establecer el marco conceptual:	Consensuar una definición de Agricultura sustentable y requisitos para su logro.
2. Definir los objetivos de la evaluación	(¿Por qué? ¿Para qué? ¿Para quién?).
3. Definir el nivel de análisis:	finca, país, región, etc. Establecer los límites del sistema y una escala temporal adecuada.
4. Realizar un relevamiento inicial de datos	(mapas, censos, informes).
5. Definir las dimensiones a evaluar:	ecológica, económica, social, cultural. (coherente con la definición adoptada)

6. **Definir las categorías de análisis** (ejemplo: suelo) y los indicadores, derivados de los requisitos de sustentabilidad.
 7. **Estandarizar y ponderar los indicadores según la situación a analizar.**
 8. **Evaluar la dificultad de su obtención, su confiabilidad y pertinencia.** (¿son adecuados al objetivo perseguido?)
 9. **Preparar instrumentos adecuados para la recolección de los datos:** encuestas, mediciones (equipo interdisciplinario).
 10. **Recoger los datos y calcular los indicadores.**
 11. **Analizar los resultados:** representación gráfica adecuada. Calcular índices. Gráficos.
 12. **Determinar los puntos críticos a la sustentabilidad.**
 13. **Replantear los indicadores:** evaluar su utilidad y proponer las modificaciones necesarias.
-

Fuente: (Sarandón y Flores 2014)

2.3.7 Los pasos metodológicos

2.3.7.1 Paso 1: Establecer y definir el marco conceptual de la sustentabilidad

Es un paso esencial para el éxito del trabajo. A diferencia de algunos otros tipos de indicadores, que brindan un modelo que permite tener una aproximación cierta al valor real, en el caso de la sustentabilidad, no existe un valor real de referencia contra el cual testar o comprobar los resultados obtenidos. Mientras más claros estén estos conceptos, más sencillo será obtener resultados y proponer las medidas de corrección adecuadas (Sarandón y Flores 2014).

2.3.7.2 Paso 2: Definir los objetivos de la evaluación

Del mismo depende la metodología a emplear y las características de los indicadores a desarrollar. La definición de los objetivos de la evaluación constituye la esencia del proceso evaluativo y puede abordarse buscando la respuesta a las siguientes preguntas:

- ¿Qué se va a evaluar?
- ¿Por qué se va a evaluar?
- ¿Para qué se va a evaluar?
- ¿Para quién? ¿Quién es el destinatario de la evaluación?

La definición de qué, por qué y para qué evaluar, es fundamental para lograr claridad en la elección del conjunto de indicadores a utilizar. Una de las principales dificultades surge al no tener claro qué es lo que se quiere valorar:

¿es la sustentabilidad de la finca? ¿es la sustentabilidad del agricultor/a, o la sustentabilidad del modelo productivo que ese agricultor/a eligió para realizar, en ese lugar y con esas características socio-culturales? La mayoría de las veces es esto último lo que interesa saber, pero no siempre está claro (Sarandón y Flores 2014).

2.3.7.3 Paso 3: Definir y caracterizar el sistema a evaluar

El análisis puede realizarse en varios niveles: de finca o predio, en el ámbito regional o de cuenca. Para cada uno de estos niveles existirán indicadores y metodología apropiada. Lo que es sustentable a cierto nivel (finca) puede no serlo en otro (en el ámbito regional), y viceversa (Sarandón, 2002a). El tipo de indicadores elegido está influenciado fuertemente por esta decisión (Sarandón y Flores 2014).

2.3.7.4 Paso 4: Relevamiento inicial de datos. Diagnóstico preliminar

Una vez establecidos los objetivos y el nivel de análisis, se procede a la recopilación y análisis de la información existente sobre los sistemas a evaluar: características de la zona geográfica, latitud, altitud, tipo de suelos, clima, vegetación y fauna predominante, tipologías de productores en la zona, aspectos socio-culturales, etc. Esto puede basarse en el uso de mapas, cartas topográficas, censos, publicaciones, series históricas y todo otro dato (ecológico, económico y/o socio-cultural) que se considere que puede aportar información preliminar sobre el objeto de estudio. Este diagnóstico inicial permite relevar la información que se utilizará como base para la selección del

conjunto de indicadores a utilizar (Sarandón y Flores 2014).

2.3.7.5 Paso 5: Definición de las dimensiones de análisis

Dada la característica multidimensional de la sustentabilidad, existe más de una dimensión de análisis (ecológica, económica, social, entre otras). Estas surgen de la definición de agricultura sustentable que se haya adoptado y de los requisitos que debe cumplir la misma (paso 1). En general, la mayoría de los autores proponen, al

menos, tres dimensiones de evaluación: la ecológica, la económica y la social o socio-cultural. Por lo tanto, los indicadores deberán evaluar el grado de cumplimiento de cada uno de estos objetivos. Es decir, habrá indicadores ecológicos, económicos y socio-culturales (Sarandón y Flores 2014).

2.3.7.6 Paso 6: Definición de categorías de análisis, descriptores e indicadores

En función del marco conceptual adoptado, y para cada dimensión seleccionada, se deben definir diferentes niveles de evaluación. Estos niveles han sido denominados, de lo más general a lo particular, como categorías de análisis, descriptores e indicadores (de Camino & Müller, 1993; Torquebiau, 1992). Cuando los indicadores seleccionados así lo requieran, se pueden seleccionar niveles inferiores de evaluación a los que se propone denominar como subindicadores y variables (Sarandón y Flores 2014).

2.3.7.7 Paso 7: Estandarización y ponderación de los indicadores

Estandarización (o sumando peras con manzanas): Debido a las múltiples dimensiones de la sustentabilidad, los indicadores se expresan en unidades diferentes, en función de la variable que se quiera cuantificar (ecológica, económica, socio-cultural). Es decir, habrá indicadores que se expresen en unidades de longitud, de volumen, dosis, área, conteo de poblaciones, kg de fertilizantes, actitudes de los productores, ganancia económica, etc. Esto dificulta enormemente la interpretación de los resultados por lo cual es necesario realizar una síntesis. Como un indicador es algo que debe hacer perceptible un fenómeno o tendencia que de otra manera no sería detectada, la claridad de la información que brinda es esencial y debe tenerse en cuenta en su construcción y cuantificación (Sarandón y Flores 2014).

Existen varias formas de lograr superar este inconveniente. La propuesta que hacemos es la construcción de escalas sencillas, por ejemplo, de 0 a 4, siendo 0 la categoría menos sustentable y 4 la más sustentable. Independientemente de las unidades en que se hayan obtenido originalmente, los valores de cada indicador se expresarán en algún valor de la escala. De esta manera, todos los indicadores serán directos: cuanto mayor valor tengan mayor será la sustentabilidad. Esto facilitará la

comparación de diferentes sistemas productivos e incluso de sistemas similares de diferentes zonas. Una vez aceptada esta metodología surge la duda ¿de cuántos valores me conviene construir la escala? Una escala muy amplia (por ejemplo, de 0 a 10) permitirá una mayor sensibilidad en el análisis de la sustentabilidad (sintonía fina), pero resulta sumamente difícil de construir (prácticamente imposible) y, a veces, puede incluso resultar forzado asignar valores coherentes para todas esas categorías. Una escala pequeña (por ejemplo, de 0 a 2) resulta más sencilla de construir, pero puede resultar un poco burda para el objetivo que buscamos. En general, una escala con 4 o 5 valores es adecuada (Sarandón y Flores 2014).

Ponderación de los indicadores (difícil pero inevitable): No todos los indicadores tienen el mismo valor o peso para la sustentabilidad. Lo mismo sucede con los indicadores del tablero de un automóvil. Hay algunos que, seguramente, serán más importantes que otros (independientemente del valor de la escala que tengan). Se debe decidir, entonces, la importancia relativa de los diferentes indicadores, subindicadores variables que los componen: su ponderación. Esto es, en definitiva, un coeficiente por el cual se debe multiplicar, tanto el valor de los subindicadores y las variables que los forman, como los propios indicadores (Sarandón y Flores 2014).

Imaginemos que evaluamos en una finca, 3 indicadores (A, B y C), que tienen que ver con la biodiversidad vegetal: representan la diversidad espacial (A), la diversidad vertical (B) y la temporal (C). Los valores obtenidos de estos indicadores, en una escala de 0 a 4 son: A: 2, B: 3 y C: 4. Ahora deseamos integrar estos 3 indicadores en un único valor para medir la biodiversidad vegetal general. ¿Cuál es este valor? Si los 3 son igualmente importantes, podemos promediarlos. En este caso, obtendríamos un valor $((2+3+4)/3) = 3$ (Sarandón y Flores 2014).

Sin embargo, podemos considerar que la importancia relativa de los 3 indicadores no es igual, y que la diversidad espacial (indicador A), es mucho más importante que los otros dos (por ejemplo 3 veces más). El valor del indicador ahora no sería 3 (el promedio), sino $(2*3 + 3*1 + 4*1)/5 = 2,6$ donde, el primer término, en negrita, es el valor en la escala del indicador, el segundo (que lo multiplica) es su ponderación o peso, y el denominador, 5 es la suma de los valores de los factores

de ponderación (en este caso: 3+1+1). El valor actual (2,6), es menor que el anterior (3) porque el indicador de mayor peso (A) es el que menor valor tenía de los tres (Sarandón y Flores 2014).

El peso de cada indicador depende de la importancia que este tenga en el funcionamiento del sistema en cuestión. Esto exige una clara comprensión del funcionamiento del sistema. Finalmente, el valor de la ponderación puede decidirse por consenso o por medio de la consulta con expertos en el tema tal como lo proponen Gayoso & Iroumé, (1991). Un criterio útil para ponderar es el de la reversibilidad, es decir la posibilidad o dificultad de volver a la situación inicial; cuanto más difícil, más importante. Esto es especialmente útil cuando trabajamos con indicadores que miden distintos aspectos de deterioro ambiental. Según este criterio, la conservación de la vida del suelo será más importante que mantener la fertilidad química del mismo, ya que esta última puede reponerse por medio de fertilizantes, pero no es fácil reconstruir la vida del suelo una vez perdida. Lo mismo sucede con la biodiversidad. Es importante porque su pérdida o deterioro es, generalmente, irreversible. Otro criterio que puede tenerse en cuenta es el de la dependencia. Por ejemplo, la conservación de la diversidad vegetal sería más importante que la diversidad de insectos, porque aquella es la base trófica de esta: si no hay diversidad vegetal no puede haber fauna (Sarandón y Flores 2014).

Cuando se trabaja con indicadores que deben ser usados por los agricultores/as, es fundamental que ellos participen en la ponderación de los mismos, reflejando sus valores y criterios sobre la importancia que cada uno de ellos tiene para el logro de sistemas sustentables. De esta manera, es mucho más probable que los propios agricultores/as se “apropien” de esta metodología, que si les entregamos una metodología hecha exclusivamente desde el punto de vista científico. Roming et al., (1996) construyeron junto con los agricultores una cartilla sencilla para evaluar la calidad del manejo del suelo, donde se tuvo en cuenta la valoración que los propios agricultores hacían de las principales variables. En Vietnam, (Lefroy et al., 2000), sometieron los indicadores desarrollados a la opinión de los agricultores, quienes debían votar la importancia relativa de cada uno de ellos, como: muy importante, de mediana o de baja importancia. Lo mismo proponen Dalsgaard & Oficial (1997), para pequeños campesinos productores de arroz en Filipinas, donde

la participación conjunta de agricultores e investigadores es considerada esencial. Incluso para estos autores, las categorías indígenas de clasificación de los recursos naturales cumplen un rol importante en el diseño de los muestreos y el monitoreo a campo (Sarandón y Flores 2014).

Debe tenerse en cuenta que, para la ponderación y construcción de las escalas de estandarización, se deberán analizar también algunos otros atributos de los indicadores como la confiabilidad, importancia, pertinencia y dificultad de obtención. La confiabilidad de los indicadores brindará elementos de juicio para su correcta ponderación. Un indicador puede ser fácil de obtener, pero poco confiable y otros, pueden ser más difíciles de medir, pero confiables (Sarandón y Flores 2014).

Por otra parte, hay indicadores confiables y fáciles de obtener, pero poco importantes. En lo posible, deben elegirse los indicadores más fáciles de obtener, a igualdad de importancia y confiabilidad. Un dato a resaltar es que la importancia de los indicadores, es decir, el peso relativo de cada uno, debe establecerse antes de ir al campo y no después. Esto es fundamental: con la ponderación estamos señalando el rol que cumple ese indicador en la sustentabilidad del sistema a evaluar y esto es independiente de lo que encontremos en el campo (Sarandón y Flores 2014).

Determinar el grado de importancia de los indicadores no es sencillo ya que requiere entender su aporte a la sustentabilidad. La correcta elección de los indicadores apropiados depende de la capacidad de comprensión del funcionamiento del sistema (Sarandón, 2002a) (Sarandón y Flores 2014).

2.3.7.8 Paso 8: Análisis de la coherencia de los indicadores con el objetivo planteado

Una vez construido el conjunto de indicadores, debe analizarse si la utilización de los mismos permite cumplimentar los objetivos definidos en el paso 2. Puede suceder que, una vez que hemos desarrollado los indicadores, nos demos cuenta que son demasiado complicados o difíciles de obtener, requieren de una alta tecnología, lo que no es compatible con los objetivos buscados, por ejemplo, para pequeños productores. En este caso, deberán replantearse los mismos, retomando el método en el paso 6 (definición de categorías de análisis, descriptores e indicadores). En

caso de cumplir con las condiciones, se puede seguir adelante con los próximos pasos (Sarandón y Flores 2014).

2.3.7.9 Paso 9: Construcción o elección de los instrumentos o metodologías adecuadas

Este paso es de especial importancia cuando se quieren obtener datos derivados de preguntas a los agricultores o aspectos socio-culturales. En este caso, es importante la construcción y preparación de encuestas o entrevistas adecuadas. Un aspecto importante a tener en cuenta es el enfoque de género. En este punto, la integración de un equipo interdisciplinario que incluya sociólogos, geógrafos, o antropólogos, entre otros, puede ser muy importante (Sarandón y Flores 2014).

2.3.7.10 Paso 10: Recoger los datos y calcular los indicadores

La información necesaria para la construcción de los indicadores es muy variada, depende de innumerables factores, disponibilidad de recursos, objetivos planteados, y de la escala temporal y espacial adoptada. Dicha información puede obtenerse mediante encuestas o entrevistas, por relevamiento de datos a campo y/o análisis de laboratorio, o por recopilación y análisis bibliográfico (Sarandón y Flores 2014).

2.3.7.11 Paso 11: Análisis y presentación de los resultados

La idea de lograr la simplificación de la realidad compleja, exige que los resultados sean expresados de manera sencilla y clara. Una forma de hacer esto es representándolos en un gráfico tipo tela de araña, radar, ameba o cometa, (Astier & Masera, 1996; Gómez *et al.*, 1996; Sarandón, 1998, 2002a; Bockstaller *et al.*, 1997 Flores & Sarandón, 2004; Sarandón *et al.*, 2006 a y b, Abbona *et al.*, 2007a). Es un gráfico sencillo de construir y visualmente muy ilustrativo (Figura), donde se representan los valores de los indicadores obtenidos y se comparan con una situación ideal. Permite detectar los puntos críticos de cada sistema, como la distancia entre la situación ideal y la actual (Sarandón, 2002a). Sintetiza numerosa información importante y permite una visión general, holística del problema (Sarandón y Flores 2014).

2.3.7.12 Paso 12: Determinación de los puntos críticos a la sustentabilidad

Este es el objetivo de la metodología y, por lo tanto, el resultado buscado. Si está bien hecho, el análisis de los indicadores permitirá detectar los puntos críticos del manejo del sistema que atentan o comprometen la sustentabilidad. Esto se aprecia como la diferencia entre el valor ideal y el valor real obtenido. Por otra parte, si los indicadores están bien contruidos, nos brindarán información valiosa acerca de las causas que originan estos problemas (Sarandón y Flores 2014).

El objetivo de esta metodología es, por un lado, permitir una evaluación de la sustentabilidad, pero también facilitar las propuestas de medidas correctivas a realizar para mejorar, dentro de lo posible, los puntos críticos (Sarandón y Flores 2014).

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1 Zona de estudio

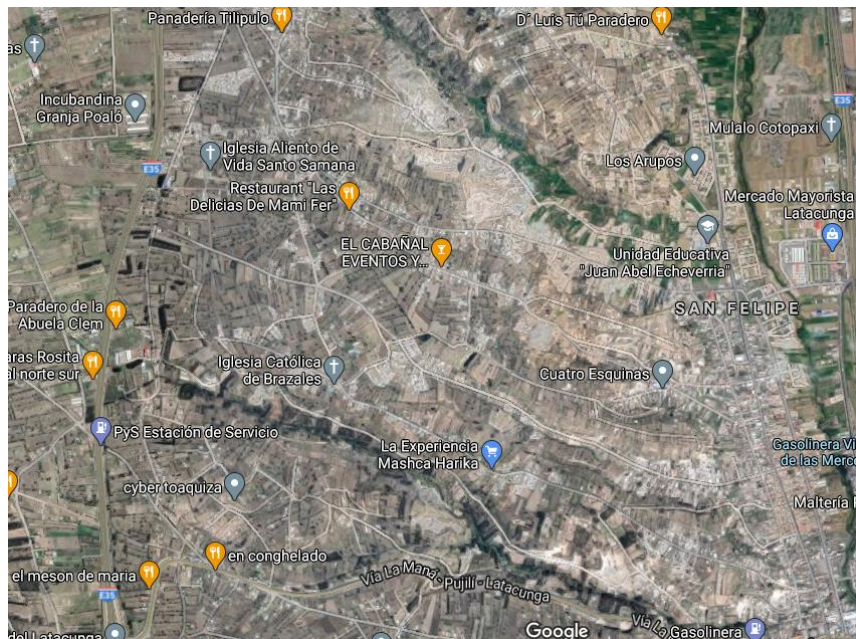
La parroquia Eloy Alfaro perteneciente al cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi está constituido por 22 barrios. Las zonas de estudio son Tanialo, Brazales, Santosamana, se ubica en las siguientes coordenadas geográficas latitud 0°56'6.8" S, longitud 78°36'55.9" W y tiene una altura entre 2700 – 3000 m.s.n.m. Se registran precipitaciones anuales de 500 a 1000 mm anuales y una temperatura promedio de 8 - 17 °C respectivamente. Los cultivos principales de la parroquia son: maíz, flores de verano, claveles, alfalfa, tuna; en la parte pecuaria se centran en el ganado ovino, bovino y especies menores.

Los tres barrios cuentan con los servicios básicos de agua entubada para el abastecimiento familiar, suministro de energía eléctrica y vías de acceso mejoradas, aunque el sistema de transporte es deficiente.

Se realizó una recopilación bibliográfica e informativa de la producción de la tuna en nuestro país y en la provincia de Cotopaxi, pudiendo determinar que los lugares que se dedican a la producción están ubicados en la zona occidental de la parroquia Eloy Alfaro, se determinó que los barrios Tanialo, Brazales y Santosamana producen la tuna para comercializar en la panamericana E35 por encontrarse cerca a la vía. Por este motivo se eligió los tres barrios.

Los principales problemas ambientales que afectan a la comunidad es la ausencia de alcantarillado, la erosión del suelo, la falta de agua de riego, la ausencia de cobertura vegetal, la sequía prolongada durante varios meses del año, en especial en los meses de julio a noviembre.

Gráfico 1. Gráfico de ubicación



Fuente: El autor

3.2 Materiales, equipos y documentos

Encuestas

GPS

Libreta de campo

Cámara fotográfica

3.3 Tipo de Investigación

3.3.1 Descriptiva

Con este tipo de investigación se dio a conocer la situación actual del cultivo de tuna y de las personas relacionadas a este cultivo, tomando en cuenta los aspectos más relevantes.

3.3.2 Cualitativa

Este tipo de investigación se utilizó para describir las cualidades propias del entorno, que nos permitió crear nuestros indicadores para cada sistema.

3.3.3 Cuantitativa

Esta investigación nos permitió generar datos numéricos de los indicadores a través de la utilización de encuestas, que se representó en gráficos estadísticos.

3.3.4 Explicativo

Mediante la realización de tablas y gráficos estadísticos se dio a conocer los indicadores y los factores del sistema de producción de tunas, para tener una buena perspectiva de sustentabilidad.

3.4 Técnicas de investigación

A continuación se describe las técnicas utilizadas en la investigación:

3.4.1 Encuesta

Las encuestas se realizaron a los productores de los barrios: Tanialo, Brazales y Santosamana, en base a un cuestionario previo con preguntas enfocadas en los indicadores de los problemas económicos, ambientales y socio-culturales.

3.4.2 Observación

Mediante la observación se pudo tener un conocimiento directo del campo y una relación directa con los involucrados en la investigación y sus cultivos.

3.5 Encuesta y entrevistas a los productores

El levantamiento de las encuestas se realizó los días viernes y sábado 12 y 13 de marzo del 2021, recorriendo los barrios en estudio para la identificación y registro de los productores de tuna.

3.6 Metodología utilizada para la evaluación de sustentabilidad

Se partió de la identificación de la problemática de sustentabilidad en los barrios Tanialo, Brazales y Santosamana de la parroquia Eloy Alfaro, se realizó el trabajo de reconocimiento e identificación de los productores y de manera simultánea levantar las encuestas a un total de 16 productores (7 Tanialo, 5 Brazales, 4 Santosamana),

Se utilizó la metodología de Santiago Sarandón, con las siguientes dimensiones: económica, ambiental y socio-cultural.

3.6.1 Selección de los indicadores: Económico, ambiental y socio-cultural

La dimensión económica se definió con 3 indicadores.

La dimensión ambiental se definió con 3 indicadores.

La dimensión socio-cultural se definió con 6 indicadores.

3.6.2 Caracterización de las unidades de producción

Una vez identificados los productores de tuna y planteado los objetivos concretos de la investigación, se determinan las tres dimensiones (económica, ambiental y socio-cultural) en la que se enfoca un desarrollo sustentable, de manera consecutiva se identifican los indicadores para cada dimensión de acuerdo al sector y enfoque de la investigación.

3.6.3 Identificación de los indicadores de estudio para la sustentabilidad

Tabla 6. Indicadores de sustentabilidad

DIMENSIÓN ECONÓMICA	DIMENSIÓN AMBIENTAL	DIMENSIÓN SOCIO-CULTURAL
A.- Autosuficiencia alimentaria: A1.- Diversificación de la producción. A2.- Superficie de producción para el autoconsumo B.- Ingreso económico B1.- Ingreso mensual neto por familia. B2.- Crianza de animales B3.- Derivados agropecuarios B4.- Costo de la tierra C.- Riesgo económico: C1.- Diversificación para la venta C2.- Número de vías de comercialización C3.- Dependencia de insumos externos C4.- Evolución de las modalidades de consumo. C5.- Intercambio de semillas	A.- Conservación de la vida del suelo y el agua y aire: A1.- Cobertura vegetal. A2.- Manejo de residuos A3.- Diversificación de cultivos A4.- Manejo del agua. A5.- Nivel de contaminación atmosférico. B.- Riesgo de erosión: B1.- Pendiente predominante B2.- Cobertura vegetal B3.- Obras de conservación B4.- Tipo de suelos C.- Biodiversidad C1.- Biodiversidad espacial C2.- Biodiversidad temporal C3.- Manejo ecológico de plagas y Enfermedades	A.- Satisfacción de las necesidades básicas: A1.- Acceso a la salud y cobertura sanitaria A2.- Acceso a la educación A3.- Vivienda A4.- Servicios B.- Aceptabilidad del sistema de producción. C.- Integración social a sistemas organizativos. C1.- Gestión Institucional C2. Apoyo económico C3.- Asociatividad: D.- Conocimiento y conciencia ecológica. D1.-Conocimiento ecológico. D2.- Formas de producir.

	C4.- Diversidad de semillas local o mejorada C5.- Manejo de sucesiones del predio	E.- Equidad y protección de la identidad local E.1.- Edad del jefe del hogar E.2.- Nivel educativo E3.- Capacidad de ocupación de la finca F.- Potencial Turístico F1.- Comidas tradicionales F2.- Conocimientos ancestrales y leyendas del sector F3.- Hospitalidad F4.- Identidad cultural
--	--	--

Fuente: (Sarandón S. Z., 2008)

3.6.4 Método de evaluación

Mediante el uso de las encuestas se realizó la recopilación de la información, a través de una serie de preguntas formuladas para cada dimensión, aplicadas a una muestra representativa de la población.

3.7 Tipo de muestreo

A pesar de ser la tuna un producto prácticamente fácil de producir, la población dedicada al cultivo de la misma es insignificante. Según autoridades del MAGAP Cotopaxi, apenas se ha podido constatar 10 productores de tuna en el sector en estudio (parroquia Eloy Alfaro), siendo una población muy reducida. En base a este factor se utilizará la misma población como espacio muestral para la realización de las encuestas, con la expectativa que el presente trabajo de investigación y su posterior propuesta, constituyan un motor para una producción representativa del producto en el futuro, tomando en consideración los ejemplos de otras regiones que dedican amplias hectáreas al cultivo, con el uso de sistemas de tecnificación.

Se utilizará el muestreo estratificado siendo esta es una técnica de muestreo probabilístico en donde el investigador divide a toda la población en diferentes subgrupos o estratos. Luego, selecciona aleatoriamente a los sujetos finales de los diferentes estratos en forma proporcional.

3.7.1 Uso del muestreo estratificado

Se utiliza el muestreo aleatorio estratificado cuando el investigador desea resaltar un subgrupo específico dentro de la población. Esta técnica es útil en tales

investigaciones porque garantiza la presencia del subgrupo clave dentro de la muestra.

Con el muestreo estratificado, el investigador puede probar de forma representativa hasta a los subgrupos más pequeños y más inaccesibles de la población. Esto permite que los investigadores prueben a los extremos de la población.

Con esta técnica, tienes una precisión estadística más elevada en comparación con el muestreo aleatorio simple. Esto se debe a que la variabilidad dentro de los subgrupos es menor en comparación con las variaciones cuando se trata de toda la población.

3.7.2 Ventajas del muestreo estratificado

Tiende a asegurar que la muestra represente adecuadamente a la población en función de variables seleccionadas.

Se obtienen estimaciones más precisas.

Su objetivo es conseguir una muestra lo más semejante a la población en lo que a la o las variables estratificadoras se refiere.

3.7.3 Muestra

Se tomó como muestra la población total de encuestados de los 3 barrios (Tanialo, Brazales y Santosamana), en vista de que existen pocos productores, la muestra total fue de 16 productores encuestados.

Tabla 7. Muestreo de las encuestas

MUESTREO ALEATORIO ESTRATIFICADO PROPORCIONAL				
Tamaño de la población objetivo		16		
Tamaño de la muestra que se desea obtener		16		
Número de estratos a considerar		3		
Estrato	Identificación	Sujetos del estrato	Proporción	Muestra del estrato
1	Tanialo	7	43,75%	7
2	Brazales	5	31,25%	5
3	Santosamana	4	25,00%	4

Fuente: El autor

3.8 Evaluación y ponderación

En la evaluación de los caracteres o factores determinantes en la caracterización se utiliza valores numéricos de 0 a 4 o dependiendo de las variables de estudio. Los datos serán tabulados mediante programas estadísticos tales como: Microsoft Excel en la organización de la base de datos, SPSS Statics e InfoStat dos programas de análisis de variables que se la utilizará para el análisis multivariado entre el análisis serán los componentes principales.

3.8.1 Evaluación de indicadores mediante tablas de ponderación

Posteriormente realizada la encuesta se someten los indicadores a la calificación matricial (matriz de valoraciones) y evaluación de resultados, mediante la aplicación de un Análisis Multivariado, el Método de expertos o Método de los jueces, método algo subjetivo pero eficaz y rápido según la conformación del equipo.

3.8.2 Existen tres tipos de enfoques para la presentación de resultados:

3.8.2.1 Técnicas cuantitativas

Se basan normalmente en los llamados métodos de análisis estadístico multivariado. Este tipo de análisis puede ser relativamente simple o basarse en métodos bastante sofisticados. Los métodos más comúnmente utilizados son los análisis de tipo factorial, de componentes principales y de cúmulo, así como la función discriminante.

3.8.2.2 Técnicas cualitativas

Las técnicas cualitativas tienen como objetivo presentar los resultados de la evaluación de una manera sencilla y clara. En casos como los análisis de sustentabilidad, en los que normalmente se trabaja con un número considerable de indicadores, las técnicas cualitativas son especialmente útiles, pues permiten visualizar en conjunto los resultados de los indicadores seleccionados.

3.8.2.3 Técnicas gráficas o mixtas

Las técnicas mixtas combinan una presentación gráfica con información numérica para aquellos indicadores que lo permitan. Entre estas técnicas, un procedimiento

que se ha popularizado últimamente es el llamado método AMIBA (AMOEBIA en inglés). En este método se dibuja un diagrama radial cada uno de cuyos ejes representa un indicador escogido para el análisis, con sus unidades apropiadas. Alternativamente, para hacer más expedita la interpretación del diagrama, se construyen índices para cada indicador, que representan el porcentaje de la situación analizada con respecto a un valor óptimo (de referencia).

Posteriormente cada sistema de manejo se grafica en el diagrama, uniendo mediante una línea los puntos correspondientes al valor del sistema en cada eje, al igual que la meta o situación ideal. De esta forma se obtiene una figura geométrica específica (o AMIBA, dada su similitud con este protozoario) 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.

3.9 Descripción de la ponderación

La ponderación puede hacerse por consenso o por medio de la consulta con expertos en el tema. Según las características de los mismos se asignará la importancia relativa a cada parámetro considerado en los indicadores seleccionados. Es importante reconocer un cierto grado de subjetividad en la ponderación de los indicadores. Pero esto es inevitable ya que depende de la capacidad de entender la función de ese componente sobre la sustentabilidad del sistema en cuestión. Esta subjetividad puede resultar más importante cuando se quiere comparar la sustentabilidad, pero no resulta un impedimento cuando lo que deseamos hacer es una evaluación comparativa. Es importante desde el punto de vista metodológico, que la ponderación sea previa a su aplicación.

Tabla 8. Fórmulas de las 3 dimensiones analizadas

Indicador Económico (IK)=	$\frac{((2((A1+A2)/2))+ ((2B1+B2+B3+B4)/5)+((C1+C2+C3)/3))}{4}$
Indicador Ecológico (IE) =	$\frac{(2((A1+A2+A3+A4+A5)/5))+((B1+B2+B3+B4)/4)+((C1+C2+C3+C4+C5)/5)}{4}$
Indicador Socio-cultural (ISC) =	$\frac{(2((A1+A2+A3+A4)/4))+((B1)+((C1+C2+C3+C4)/4))+((D1+D2)/2)+((E1+E2+E3)/3)+((F1+F2+F3+F4)/4)}{7}$

El valor de cada macro indicador es un cociente cuyo numerador es la sumatoria ponderada de indicadores y subindicadores considerados, y el denominador es el número de variables tomando en cuenta su ponderación...

Con los datos de los macro indicadores Económicos (IK), Ambientales (IE) y Socio-culturales (ISC), se calcula el Índice de Sustentabilidad General (IS Gen), que valora las tres dimensiones por igual:

$$IS\ Gen = \frac{IK+IE+ISC}{3}$$

Condiciones propuestas por Sarandón, 2004:

- a) Una finca es sustentable si el valor de IS Gen es mayor a 2: (IS Gen > 2)
- b) Ninguna de las tres dimensiones debe tener un valor menor a 2

Tabla 9. Niveles de sustentabilidad según Santiago Sarandón 2004

Nivel de sustentabilidad	Muy Crítica	Crítica	En Transición	Baja Sustentabilidad	Sustentabilidad Intermedia	Alta Sustentabilidad
Criterio de decisión en una escala de 1 a 4	< a 2.0	2.0 a 2.4	2.5 a 2.9	3.0 a 3.4	3.5 a 3.9	> a 4.0

Fuente: (Sarandón S. J., 2004)

Los niveles de sustentabilidad muy crítica y crítica, de acuerdo a los indicadores planteados describen situaciones diferenciadas de degradación del medio en el que se desarrollan las actividades productivas y la existencia de necesidades no

satisfechas, mientras que la sustentabilidad en transición demuestra un mayor control sobre los impactos negativos.

La baja sustentabilidad y sustentabilidad intermedia refieren a situaciones diferenciadas de impactos negativos en la gestión de los recursos productivos y la alta sustentabilidad es un indicador de eficiencia en la gestión de las unidades productivas. (Sarandón S. J., 2004)

Tabla 10. Valoración de la sustentabilidad general (ISG)

Escala	Valoración	Nivel de Sustentabilidad
0	Nivel muy crítico o extremo de sustentabilidad de las unidades de producción.	Extremo
1	Nivel bajo o crítico de sustentabilidad de las unidades de producción. El sistema requiere cambios urgentes a nivel de los componentes de las tres dimensiones para alcanzar valores óptimos de sustentabilidad.	Crítico
2	Umbral mínimo de sustentabilidad de las unidades de producción. Los sistemas requieren implementar medidas para mejorar la valoración, puesto que cualquier adversidad en los componentes de las tres dimensiones puede afectar la sustentabilidad.	Débil
3	Nivel medio de sustentabilidad. Si bien es una escala próxima al valor óptimo (4) requiere implementar mecanismos de mejora continua a nivel económico-tecnológico, uso y conservación de los recursos, el bienestar familiar y de la comunidad.	Medio
4	Umbral máximo a nivel alto de sustentabilidad de las unidades de producción. Para mantenerse en estos niveles las unidades de producción requieren implementar mecanismos de control interno de la comunidad, donde se tenga un alto nivel de convivencia con los factores económicos, ambientales y sociales.	Alto

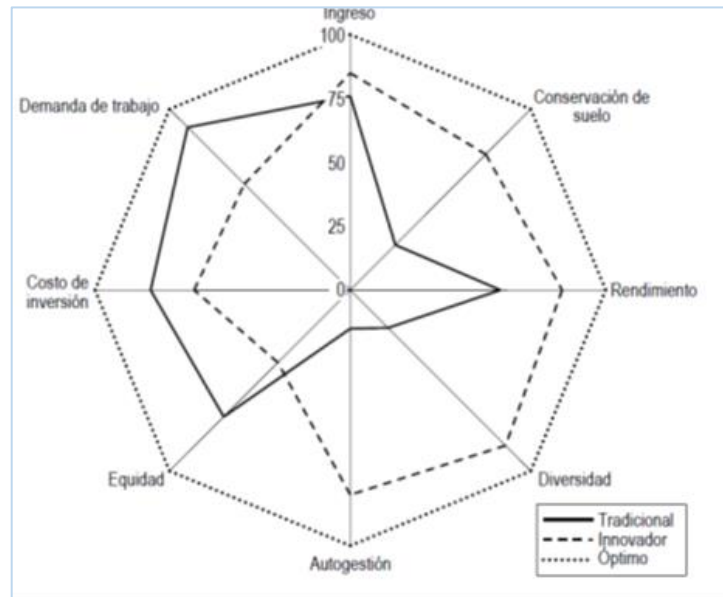
Fuente: (Sarandón S. J., 2004)

Evaluación de los indicadores mediante caracteres de ponderación en gráficos estadísticos de comparación (Ameba)

El fin de la investigación es determinar la sustentabilidad y proponer una alternativa de desarrollo agrícola sostenible para el sector en estudio mediante, la proposición

de estrategias integrales de sustentabilidad para el sector, esto basándose en caracteres negativos que preponderen o de mayor prevalencia.

Gráfico 2. Diagrama tipo AMEBA para la representación de resultados



Fuente: Yokohama

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los datos que a continuación se presentan, son el resultado de la investigación realizada en campo con los productores de tuna de las diferentes localidades, los mismos que se encuentran plasmados en la siguiente encuesta.

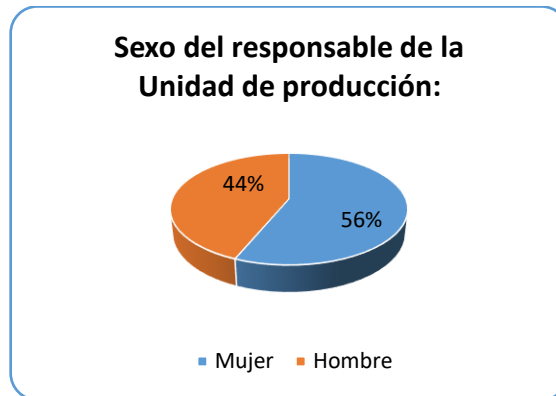
4.1 Análisis de la caracterización de la sustentabilidad a los productores de tuna de la parroquia Eloy Alfaro.

4.1.1 Características socio-económicos del agricultor

Los aspectos socio-económicos estudiados están referidos en varios componentes que se describen a continuación, tomando las preguntas de la encuesta realizada:

1.- Sexo del responsable de la Unidad de Producción Agrícola:

Gráfico 3. Sexo del responsable de la Unidad de Producción



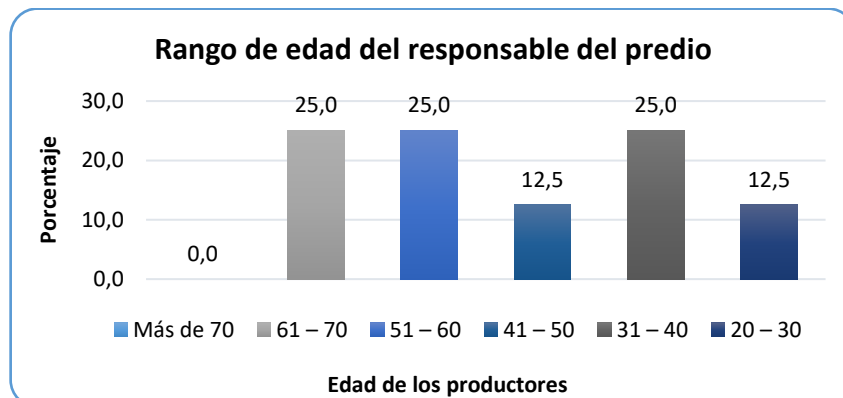
Fuente: El Autor

Análisis: El gráfico 3 muestra que existe un 56,0 % de mujeres y un 44,0 % de hombres responsables de la unidad de producción agrícola.

Interpretación: Se determinó que existe una diferencia mínima en la participación de hombres y mujeres con un intervalo del 12,0 % a favor de las mujeres, que tiene relación con la cantidad de habitantes como lo determina (Sánchez 2016) que el cantón Latacunga tiene una población de 183446 habitantes según la proyección del INEC para el año 2014, 94180 mujeres que corresponde al (51,33 %) y 87954 hombres que corresponde (47,94 %). La densidad poblacional es de 13,23 hab/ha.

2.- Edad del responsable del predio (años):

Gráfico 4. Edad del responsable del predio (años)



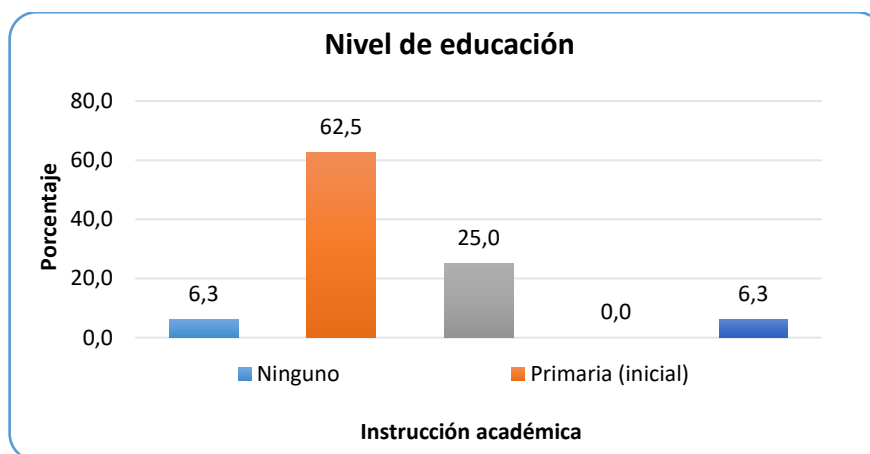
Fuente: El Autor

Análisis: El mayor rango de edad de los responsables de la Unidad de Producción se encuentran entre (31-40), (51-60), (61-70) años con 25,0 % de participación cada uno, el rango medio (20-30) y (41-50) con un 12,5 % cada uno, mientras que en las personas mayores a 70 años no existe participación.

Interpretación: A partir de los 20 años de edad un productor está en capacidades de ser responsable de su lugar de producción, como lo demuestra (Sánchez 2016) la distribución de la población proyectada al 2014 concentra el 51,94 % en el grupo de edad económicamente activa, de 35 a 64 años, es decir en condición de trabajar.

3.- Nivel de instrucción del responsable de la unidad de producción:

Gráfico 5. Nivel de instrucción del responsable de la unidad de producción



Fuente: El Autor

Análisis: En el gráfico 5 se puede observar que el 62,5 % de las personas tienen educación primaria, mientras que el 25,0 % son bachilleres, el 6,3 % educación superior, el 6,3 % no tiene preparación académica.

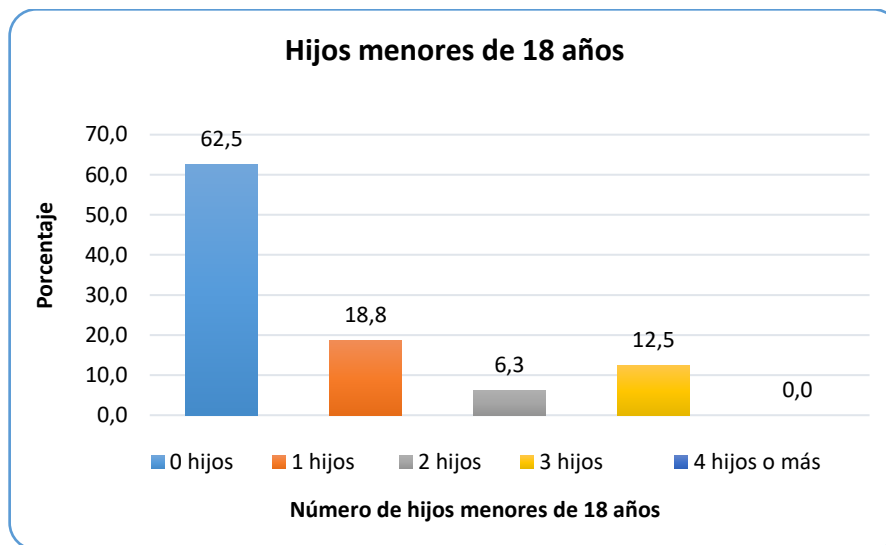
Interpretación:

Se puede determinar que la mayor cantidad de personas responsables de la Unidad de Producción tienen educación primaria, esto se debe a que las personas que se han logrado superar se tienen otras actividades laborales o han viajado a otras ciudades en busca de fuentes de trabajo. La tasa de asistencia en educación inicial, básica y primaria oscilan entre un 95,0 %; que relativamente son buenos, los problemas se dan con la disminución paulatina en los siguientes niveles como la educación secundaria que es de 73,97 %; el bachillerato alcanza tan solo el 59,62

%; y la superior refleja que solo un 28,79 %; acceden a este nivel si comparamos con el 94,25 %; que inician existe un 65,46 %; de estudiantes que se quedan sin estudios superiores debido a múltiples factores como la economía, distancia, etc. (Sánchez 2016).

4.- Número de hijos menores de 18 años:

Gráfico 6. Número de hijos menores de 18 años



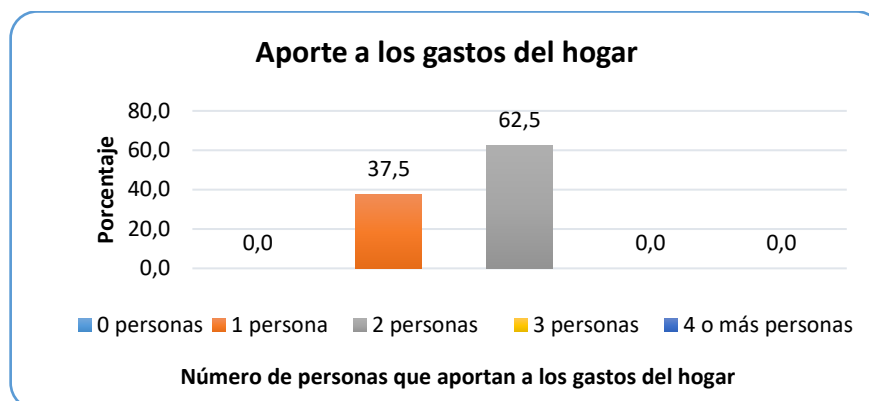
Fuente: El Autor

Análisis: En el gráfico 6 se puede observar que el 62,5 % de productores no tienen hijos menores de 18 años, el 18,8 % tiene 1 hijo, el 6,3 % tiene 2 hijos y el 12,5 % tiene 3 hijos, mientras que no existen datos de productores que tengan más de 4 hijos menores de 18 años.

Interpretación: No existen productores que tengan más de 4 hijos menores de 18 años, mientras que son pocas las personas que tienen de 1 a 3 hijos menores de 18 años, el 62,5 % de productores no tienen hijos menores de 18 años, siendo los productores menores de 40 años que tienen hijos menores de edad, mientras que los que superan los 40 años de edad ya tienen hijos mayores de edad.

5.- Número de personas que aportan con los gastos del hogar:

Gráfico 7. Número de personas que aportan con los gastos del hogar



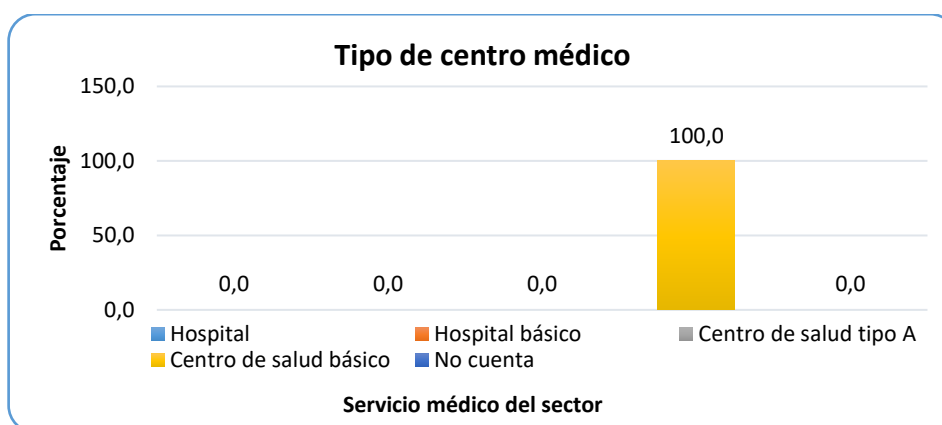
Fuente: El Autor

Análisis: En el 62,5 % de las Unidades de Producción 2 personas aportan a los gastos del hogar, mientras que el 37,5 % tiene el aporte de una sola persona, no existe más de dos aportes en el hogar de cada productor.

Interpretación: Se puede determinar que los productores que están dentro de la población económicamente activa PEA tienen dos fuentes de ingreso para el hogar, mientras que las personas que superan los 60 años de edad tienen un solo aporte como consecuencia que la familia sale a buscar fuentes de trabajo en otros lugares.

6.- Tipo de servicio médico que poseen en el sector:

Gráfico 8. Tipo de servicio médico que poseen en el sector



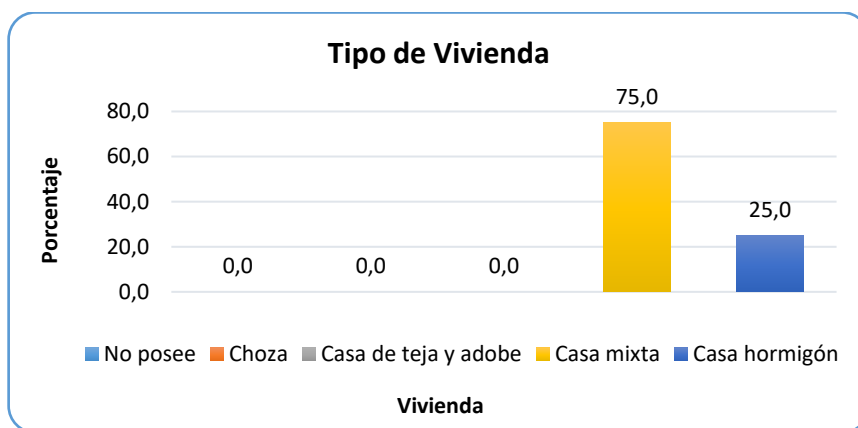
Fuente: El Autor

Análisis: El 100 % de los productores tienen un centro de salud básico como servicio médico.

Interpretación: Se determinó que el 100 % de productores tienen un centro de salud básico tipo B, el mismo que se encuentra situado en el sector de Patután, siendo una ventaja porque todos pueden acudir a sus atenciones médicas con seguridad. Según (Sánchez 2016) El Ministerio de Salud ha dotado al cantón con 16 establecimientos de salud, para esto se han categorizado por tipos los cuales son; A laboran 8 horas, B laboran 12 horas y C laboran 24 horas.

7.- Tipo de vivienda:

Gráfico 9. Tipo de vivienda



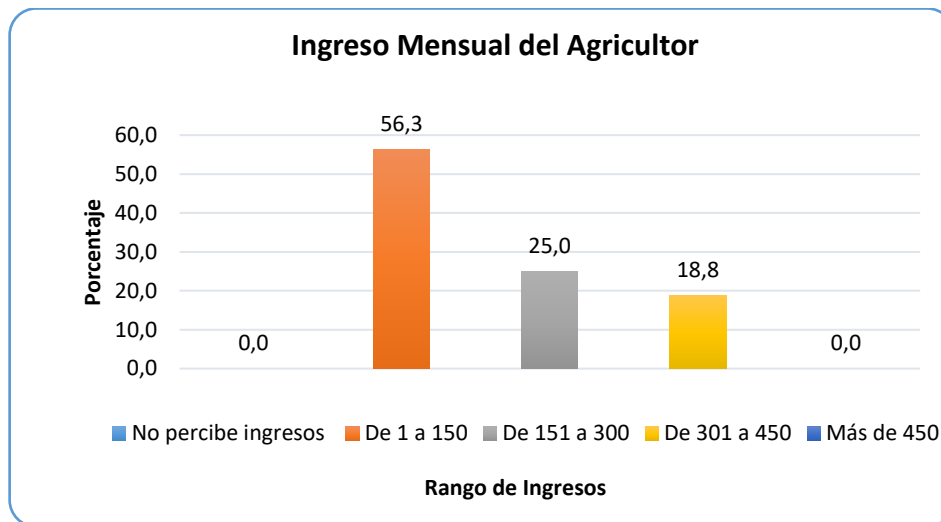
Fuente: El Autor

Análisis: Se puede observar en el gráfico 9 que el 75,0 % de productores tiene una casa de construcción mixta, mientras que el 25,0 % restante tienen casas de hormigón.

Interpretación: Se puede determinar que el 75,0 % de los productores tiene una casa de construcción mixta, esto se debe a que se encuentran cerca de las principales vías de acceso y a su vez existen las fábricas de bloque en el sector que es usado por los pobladores como un material principal de construcción, también el tipo de vivienda mixta en gran parte es impulsado por el estado con las casas del MIDUVI, según (Sánchez 2016) la parroquia urbana Eloy Alfaro concentra el mayor número de viviendas del estado con 22,97 %.

8.- Ingreso mensual del agricultor (dólares):

Gráfico 10. Ingreso mensual del agricultor (dólares)



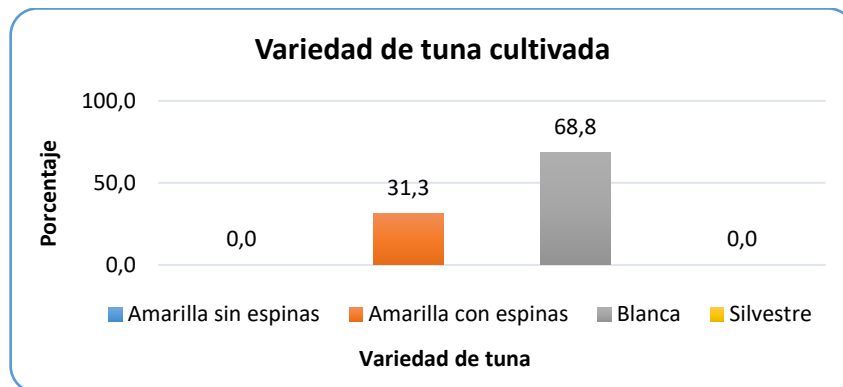
Fuente: El Autor

Análisis: Se puede observar que el 56,3 % tienen un ingreso de (1 a 150 dólares), el 25,0 % tienen un ingreso de (151 a 300 dólares), mientras que el 18,8 % de agricultores tienen un ingreso de (301 a 450 dólares).

Interpretación: Se puede determinar que el 56,3% de agricultores tienen un ingreso inferior a los 150 dólares debido a que se les dificulta comercializar sus productos por el manejo y la calidad, el 25,0 % de los agricultores tiene un ingreso de (151 a 300 dólares), estos ingresos son porque la pareja se dedica a la producción agrícola y otras actividades como la construcción, carpintería, mecánica, etc., y por último 18,8 % de los agricultores tienen un ingreso promedio al sueldo básico, esto es porque ejercen otras actividades relacionadas a la agricultura o laboran en alguna empresa del sector.

9.- ¿Qué variedades de tuna cultiva en su predio?

Gráfico 11. Variedad de tuna que se cultiva en la UPA



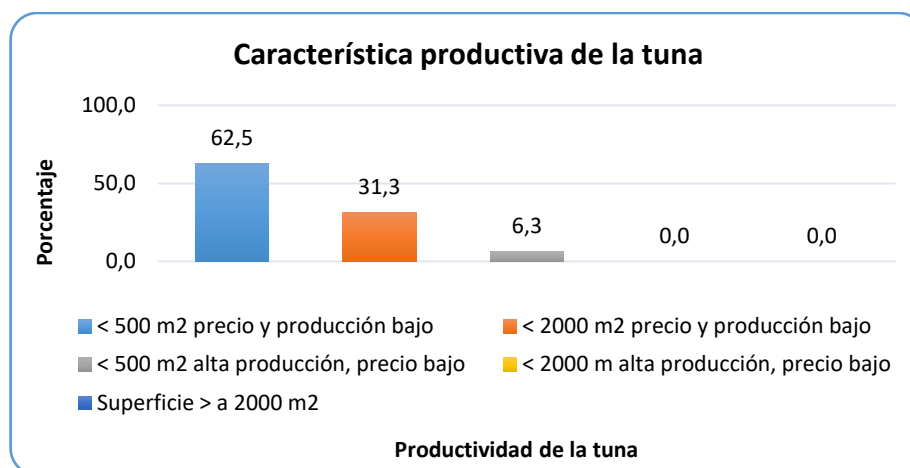
Fuente: El Autor

Análisis: En el gráfico 11 se puede observar que el 68,8 % de tuna cultivada es la blanca, mientras que el 31,3 % de tuna cultivada es la amarilla con espinas.

Interpretación: Se determina que la preferencia del mercado en cuanto a sabor hace que el agricultor se oriente a sembrar la tuna blanca, el resto de productores prefiere mantenerse con la producción habitual de la tuna amarilla con espinas.

10.- En caso de que produzca algunas variedades de tuna, responda las siguientes preguntas:

Gráfico 12. Características productivas de la tuna



Fuente: El Autor

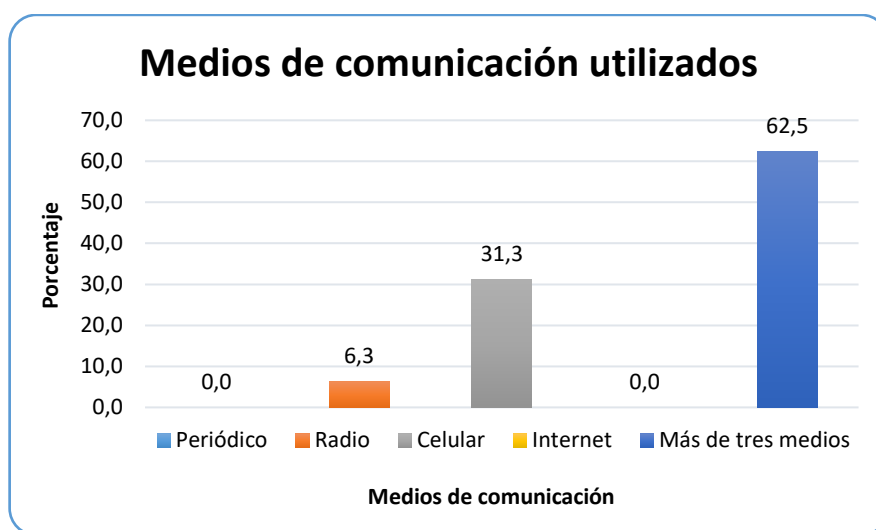
Análisis: Como se puede observar en el gráfico 12, el 62,5 % de los productores tienen predios inferiores a 500 m² con una producción y precio bajo, el 31,8 % de

los productores tienen una superficie inferior a 2000 m² con una producción y precio bajo, el 6,3 % tiene una superficie inferior a 500 m² con una producción alta y un precio bajo.

Interpretación: Podemos determinar que el 62,5 % de los productores a pesar de tener superficies inferiores a 500 m² su rendimiento no pasa de 1 kg de tuna por cosecha y a su vez los precios de 1 kg no supera los 2 dólares lo que hace que la producción y rentabilidad sea baja, de la misma manera el 31,8 % de los productores tienen la misma problemática solo que la superficie cultivada es más amplia. Solo el 6,3 % de los productores se sienten satisfechos por su rendimiento que se ve incrementado por los controles fitosanitarios y las labores culturales que realiza, pero a su vez tienen el mismo problema en cuanto a precios a la comercialización.

11.- Medio de comunicación e información que utilizan los productores:

Gráfico 13. Medio de comunicación e información de los productores



Fuente: El Autor

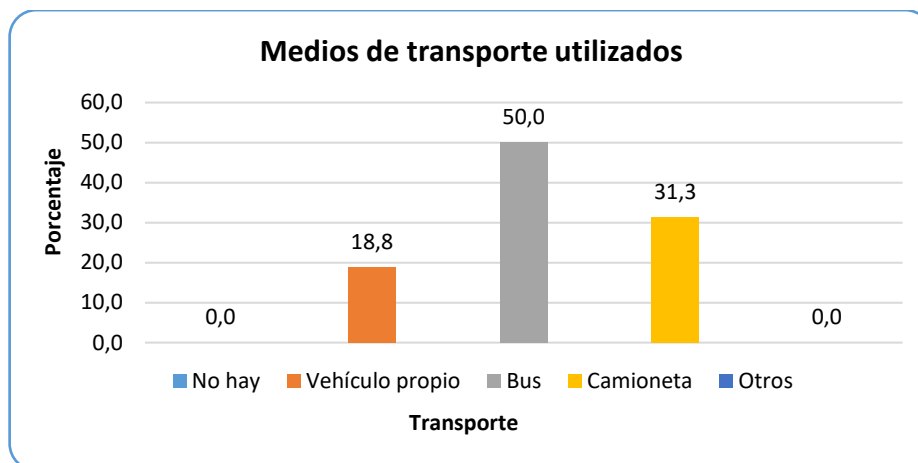
Análisis: Se puede observar en el gráfico 13 que el 62,5 % de los productores utilizan más de 3 medios de comunicación, mientras que el 31,3 % utilizan el celular, el 6,3 usan la radio.

Interpretación: Se determina que el 62,5 % de los productores usan más de tres medios como fuente de comunicación e información por estar en constante actividad agrícola y de comercio aprovechando la tecnología y el uso del internet como uno de los más utilizados para comunicarse, mientras que el 31,3 % usan más

el celular para comunicarse e informarse debido a la poca habilidad en el uso del internet, el 6,3 % usa la radio para informarse teniendo una vida más relajada y sin complicaciones como lo manifiestan los productores.

12.- Medios de transporte de la zona:

Gráfico 14. Medios de transporte de la zona



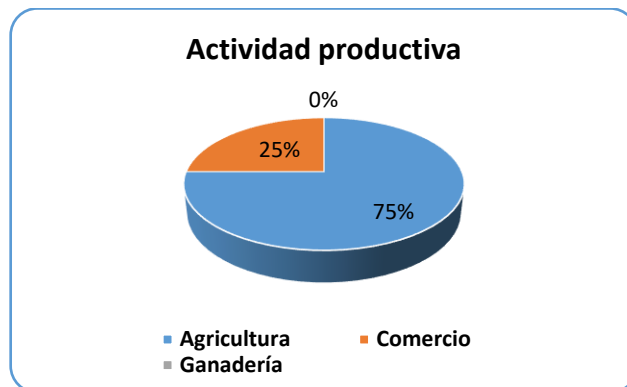
Fuente: El Autor

Análisis: Del gráfico 14 se puede observar que el 50,0 % de los productores usan el bus como medio de transporte, el 31,3 % utilizan camionetas de alquiler, el 18,8 % tienen vehículo propio para transportarse.

Interpretación: Se determina que el 50,0 % de los productores usan el bus público como medio de transporte ya sea urbano o interprovincial por tener una red vial amplia, mientras que el 31,3 % utilizan camionetas de alquiler para transportarse ya que sus predios se encuentran distanciados de la red vial, el 18,8 % tienen vehículo propio como medio de transporte y comercialización, facilitando la actividad agrocomercial.

13.- Actividad a la que se dedica la familia:

Gráfico 15. Actividad a la que se dedica el productor y su familia



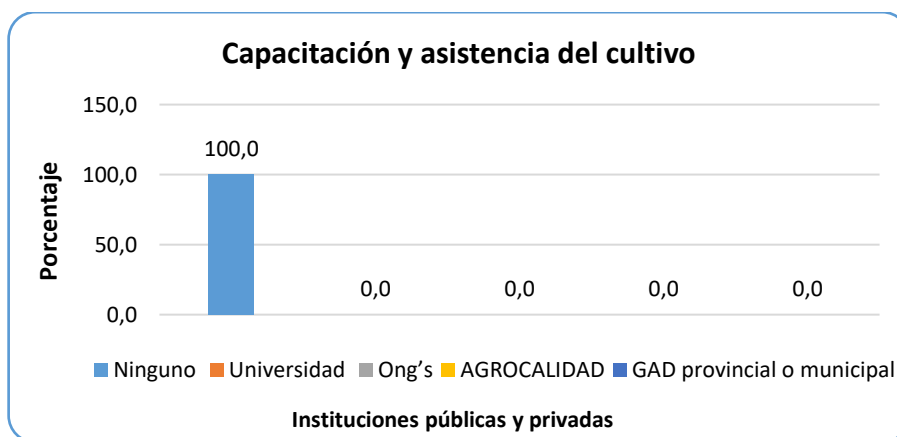
Fuente: El Autor

Análisis: Se puede observar que el 75,0 % de los productores se dedican a la actividad agrícola, mientras que el 25,0 % se dedica al comercio.

Interpretación: Se puede determinar que el 75,0 % de productores cultivan las tunas como fuente de subsistencia y comercialización, a pesar de tener limitantes en la producción, mientras que el 25,0 % al poseer superficies pequeñas de producción se dedican a comprar la tuna a los productores de Salcedo para poder comercializar sus productos en la vía pública.

14.- ¿Ha recibido la capacitación de alguna de estas instituciones?

Gráfico 16. Capacitación de las instituciones públicas y privadas



Fuente: El Autor

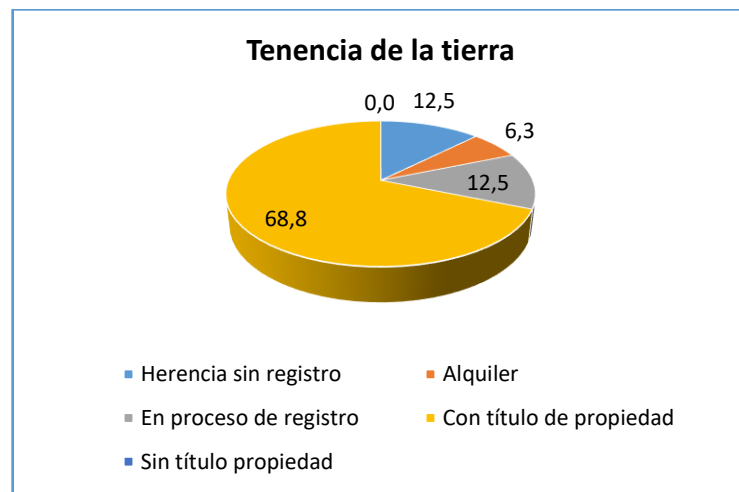
Análisis: Se puede observar que el 100 % de productores no ha recibido capacitación alguna.

Interpretación: Se puede determinar que la tuna actualmente va ganando mercado por lo que no era considerado como una fuente de ingreso familiar, demostrando poco interés de las entidades públicas y privadas.

4.1.2 Características socio-económicas de la unidad de producción:

15.- ¿Tiene título de propiedad del predio?

Gráfico 17. Título de propiedad del predio



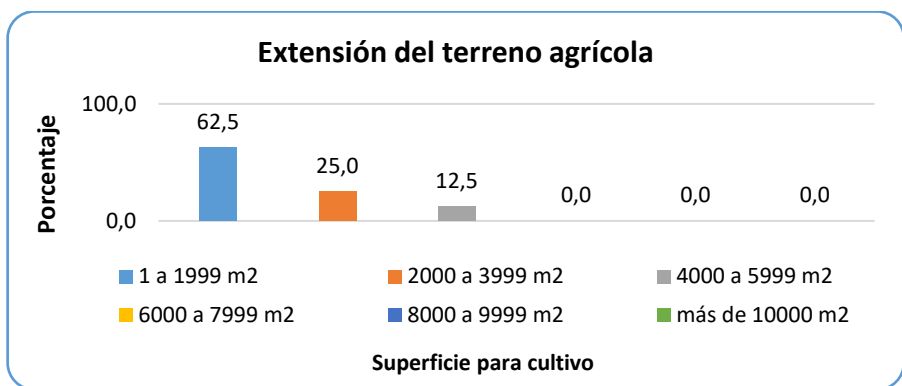
Fuente: El Autor

Análisis: En el gráfico 17 se puede observar que el 68,8 % tiene título de propiedad de sus predios, el 12,5 % respectivamente tienen herencia sin registro y en proceso de registro, mientras que el 6,3 % tiene el predio alquilado.

Interpretación: Se puede determinar que el 68,8 % de productores tienen sus propiedades legalmente registradas y con escrituras, esperando en algún momento obtener algún beneficio estatal y acceder a un crédito para mejorar su actividad productiva, mientras que los demás productores le prestan poco interés a la legalización de sus predios.

16.- Extensión del terreno de uso agrícola (m2)

Gráfico 18. Extensión del terreno de uso agrícola



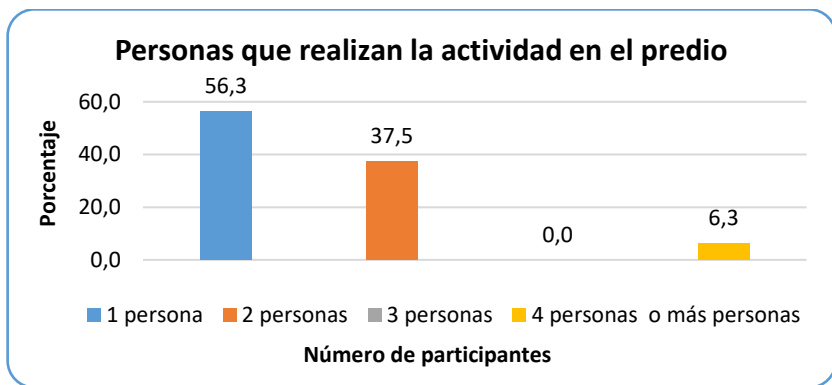
Fuente: El Autor

Análisis: De acuerdo al gráfico 18 se puede observar que el 62,5 % de productores tienen una superficie de terreno agrícola de (1 a 1999 m2), el 25,0 % de (2000 a 3999 m2), el 12,5 % de (4000 a 5999 m2).

Interpretación: Se determina que el 62,5 % de los productores son dueños de predios pequeños que no superan los 1999 m2, según los datos del Censo Agropecuario realizado por el MICC a nivel provincial, el 43% de las familias campesinas apenas poseen de 0 a 2 Ha. de tierra, el 42% poseen entre 2 a 6 Ha, el 8% entre 6 y 10 Ha. (Sánchez 2016).

17.- ¿Cuántas personas trabajan en su predio? (incluido usted)

Gráfico 19. Personas que trabajan en el predio



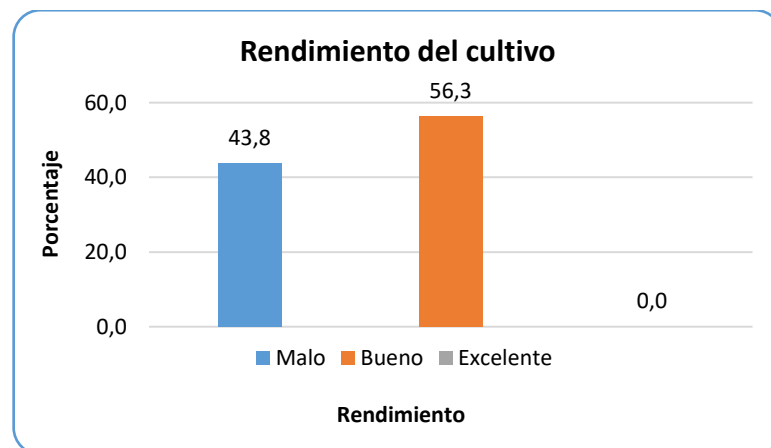
Fuente: El Autor

Análisis: De acuerdo al gráfico 19 se determina que en el 56,3 % de los predios trabajan una sola persona, en el 37,5 % trabajan dos personas y en el 6,3 % trabajan 4 personas o más.

Interpretación: Se determina que en el 56,3 % de los predios solo trabajan una sola persona, esto se debe a que son superficies pequeñas y no le dan mucha atención productiva, mientras que en el 37,5 % de los predios trabajan dos personas, siendo ayudados por algún familiar, solo en el 6,3 % de los predios trabajan cuatro o más personas por ser una superficie considerable y un buen manejo.

18.- ¿El rendimiento de su cultivo de tuna es?

Gráfico 20. El rendimiento del cultivo de tuna



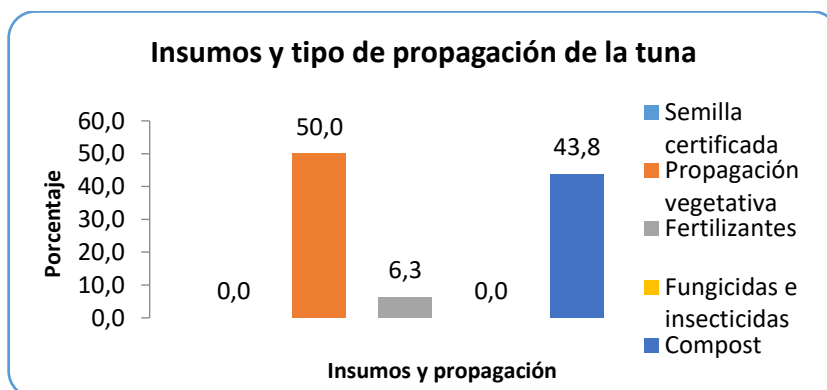
Fuente: El Autor

Análisis: El 56,3 % de los productores asume que el rendimiento de su cultivo es bueno, mientras que el 43,8 % lo define como malo.

Interpretación: De acuerdo a los productores el 56,3 % determina que el rendimiento de su cultivo es bueno porque los ingresos que obtienen les ayuda a cubrir las necesidades básicas de manera especial la alimentación, mientras que el 43,8 % lo cataloga al rendimiento de su cultivo como malo y por ende compran la tuna en los mercados de Ambato y Salcedo para poder comercializar en la panamericana E35.

19.- ¿Para producir tuna usted utiliza?

Gráfico 21. Insumos y propagación de la tuna



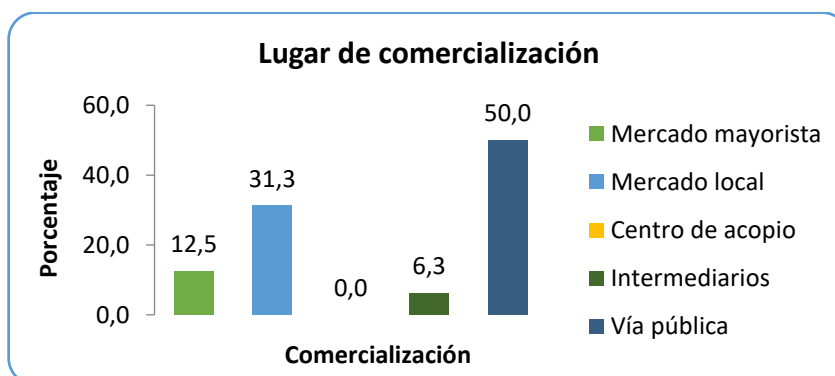
Fuente: El Autor

Análisis: De acuerdo al gráfico 21 el 50,0 % de los productores utilizan la propagación vegetativa, el 43,8 % utiliza compost y el 6,3 % restante utiliza fertilizantes.

Interpretación: Se determina que el 50,0 % de los productores multiplican sus cultivos a través de los cladodios u hojas suculentas que son previamente preparadas para la siembra con 6 meses de anticipación, mientras que el 43,8 % utilizan el compost como medio nutricional que obtienen del material vegetal, doméstico y estiércol de los animales que poseen en sus predios, solo el 6,3 % de los productores usan fertilizantes químico para la nutrición de la tuna.

20.- Donde comercializa las tunas que obtiene de su predio:

Gráfico 22. Lugar de comercialización de la tuna



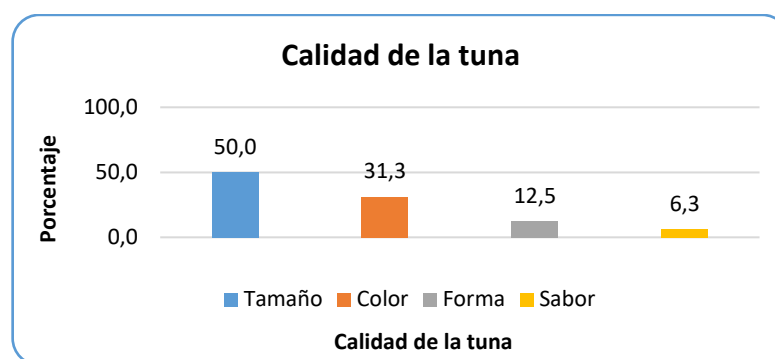
Fuente: El Autor

Análisis: De acuerdo al gráfico 22 se puede observar que el 50,0 % de la tuna se comercializa en la vía pública, el 31,3 % en los mercados locales, el 12,5 % en el mercado mayorista, el 6,3 % a los intermediarios y ninguna persona vende a un centro de acopio.

Interpretación: El 50,0 % de los productores comercializan sus productos en la vía estatal E35 que de alguna manera les deja mayor rentabilidad en comparación con los otros lugares de comercialización, según (Sánchez 2016) La vía estatal E35 es un proyecto de conectividad vial de trascendencia entre las provincias de Cotopaxi, Tungurahua y Pichincha de alta relevancia para el desarrollo cantonal, que mejorará la transferencia de producción interprovincial, este proyecto fue inaugurado en el año 2015.

21.- La calidad de la tuna se define por:

Gráfico 23. Calidad de la tuna



Fuente: El Autor

Análisis: Del gráfico 23 se puede observar que el 50,0 % de los productores definen la calidad por el tamaño de la tuna, mientras que el 31,3 % por el color, seguido del 12,5 % por la forma y por último el 6,3 % por el sabor.

Interpretación: Se puede determinar que el 50,0 % de la tuna definen la calidad por el tamaño, en especial en las ventas directas en la vía pública, mientras que el 31,3 % lo define por el color de manera especial en la tuna amarilla con espinas, en cuanto a la forma y el sabor no son parámetros de evaluación importantes para la venta de la tuna.

22.- ¿Utiliza mano de obra contratada para producir la tuna?

Gráfico 24. Mano de obra para la producción de la tuna



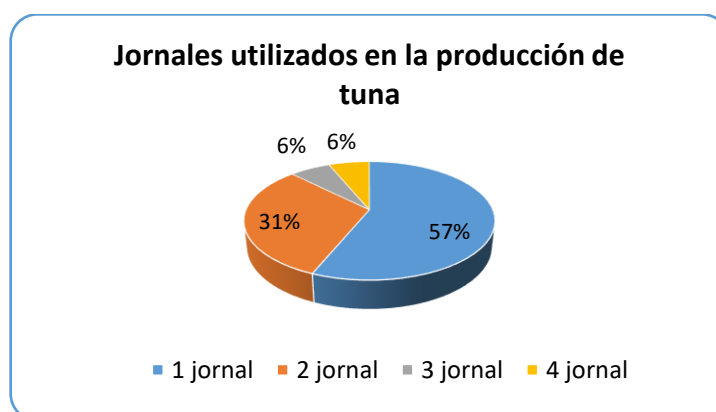
Fuente: El Autor

Análisis: De acuerdo al gráfico 24, el 87,5 % de los productores no usan mano de obra contratada, mientras que el 12,5 % si contratan.

Interpretación: Se determina que el 87,5 % de los productores no utilizan mano de obra contratada porque los costos de producción se elevan y los predios son muy pequeños, siendo los productores que realizan toda la actividad hasta la comercialización. Mientras que el 12,5 % de los productores si utilizan mano de obra contratada como servicio ocasional por la dificultad que representa las labores culturales por la cantidad de espinos del cultivo.

23.- Número de jornaleros que trabajan (incluido usted):

Gráfico 25. Número de jornales utilizados en la producción de la tuna



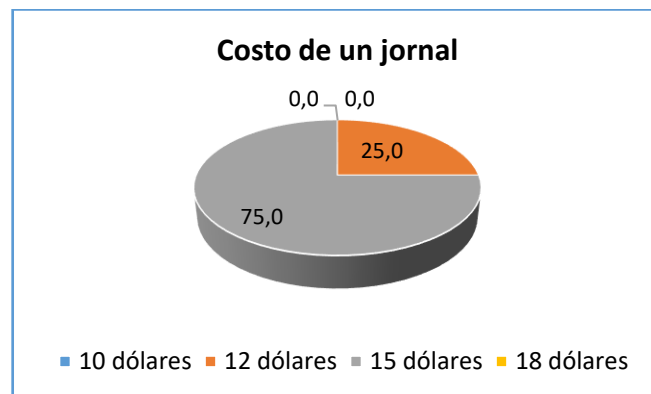
Fuente: El Autor

Análisis: Se puede observar en el gráfico 25 que en el 57,0 % de predios trabaja 1 jornal, en el 31,0 % de predios 2 jornales y en el 6,0 % de predios 3 y 4 personas respectivamente.

Interpretación: Se puede determinar que en el 57,0 % de predios solo trabaja 1 jornal, esto se debe a que son predios pequeños y no realizan mucha actividad agrícola, mientras que en el 31,0 % de predios trabajan 2 jornales debido a que tienen la ayuda de un integrante de la familia, mientras que en el 6,0 % de predios respectivamente trabajan 3 a 4 personas ya que contratan el servicio de un jornal ocasional.

24.- ¿Cuál es el costo de un jornal? (dólares)

Gráfico 26. Costo de trabajo de un jornal



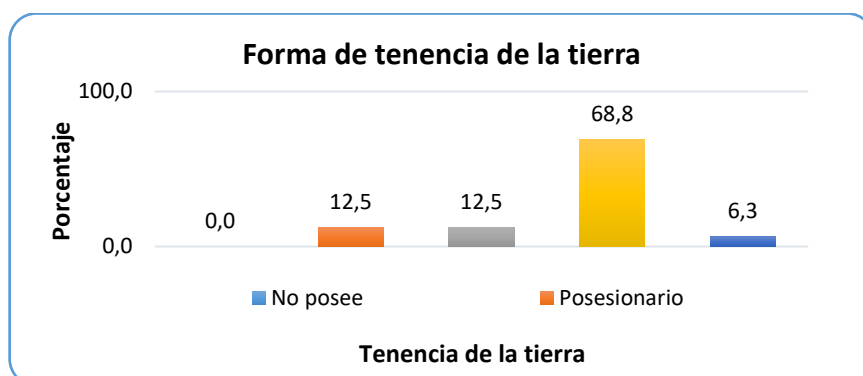
Fuente: El Autor

Análisis: Se puede observar que el 75,0 % de los productores cancelan 15,00 dólares por un jornal, mientras que el 25,0 % cancela el valor de 12,0 dólares.

Interpretación: Se determina que el 75,0 % de los productores dieron a conocer que el costo de un jornal es de 15,00 dólares incluido el almuerzo, mientras que el 25,00 % determino que el jornal está en 12,00 dólares incluido el almuerzo, a pesar que los costos de un jornal no son muy altos, la mayoría de los productores no utilizan mano de obra contratada.

25.- Tenencia de la tierra:

Gráfico 27. Tenencia de la tierra



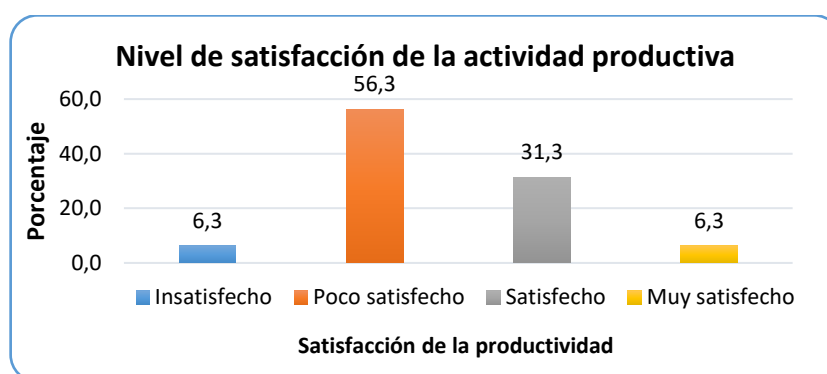
Fuente: El Autor

Análisis: Del gráfico 27 se puede observar que el 68,8 % de los productores tienen título de propiedad, el 12,5 % tienen por posesión y herencia respectivamente, el 6,3 % es alquilado.

Interpretación: Se determina que el 68,8 % de los productores tienen título de propiedad debidamente registradas y catastradas debido a que hace 6 años aproximadamente se habilitó la panamericana E35 incrementando la plusvalía de sus predios que los motivó a legalizar formalmente, mientras que el resto de productores se encuentran en el proceso de registro y catastro.

26.- ¿Cuál es su nivel de satisfacción con la actividad que realiza?

Gráfico 28. Nivel de satisfacción con la actividad de producción



Fuente: El Autor

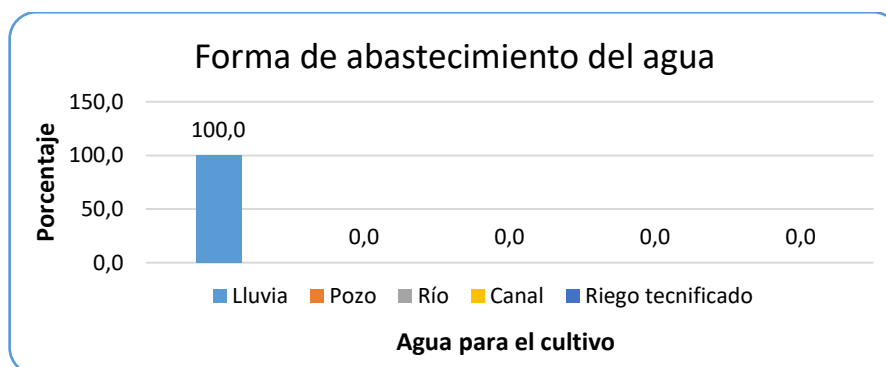
Análisis: Del gráfico 28 se puede observar que el 56,3 % se siente poco satisfecho, el 31,3 % satisfecho, el 6,3 % Insatisfecho y Muy satisfecho respectivamente.

Interpretación: Se puede determinar que el 56,3 % de los productores se sienten poco satisfechos con la actividad que realiza, esto se debe a que no mantienen un nivel alto de producción debido a las constantes sequías que afectan sus cultivos el cual se agrava con los precios bajos de comercialización, solo el 6,3 % de los productores se sienten muy satisfechos debido a que utilizan fertilizantes y productos químicos para mantener sus cultivos sanos y de buena calidad para la comercialización.

4.1.3 Factores ambientales del predio

27.- ¿Cuenta con agua de riego permanente para su cultivo?:

Gráfico 29. Cuenta con agua de riego permanente para su cultivo



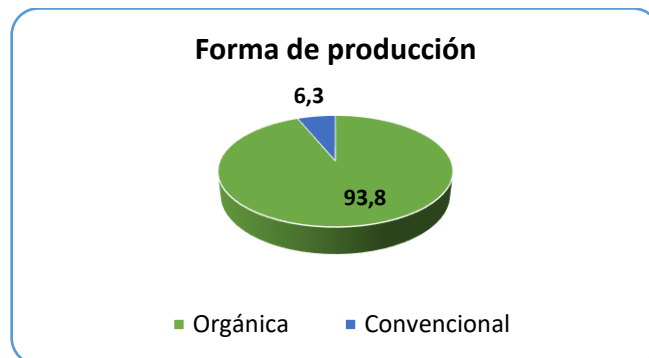
Fuente: El Autor

Análisis: Se puede observar que el 100 % de la forma de abastecimiento del agua es de la lluvia.

Interpretación: El sector en donde se realizó el estudio no cuentan con agua de riego, pozo o ríos que doten de agua para sus cultivos, dependiendo al 100 % de la lluvia siendo una limitante en la producción porque no se cuenta con precipitaciones permanentes durante todo el año. Según (Sánchez 2016) El suelo del cantón Latacunga es potencialmente agrícola, el sector occidental de menor productividad porque soporta un permanente proceso erosivo a falta de sistemas de riego para sustentar la producción extensiva con mayor rentabilidad. El sector indígena campesino es el más afectado, razón por lo que se ve forzado a abandonar la producción agrícola buscando compensaciones en el fraccionamiento, venta y/o sucesión indiscriminada de las parcelas y en la migración de los jóvenes en búsqueda de trabajo en la construcción y en el comercio informal a nivel urbano.

28.- Forma de agricultura que practica:

Gráfico 30. Forma de agricultura que practica



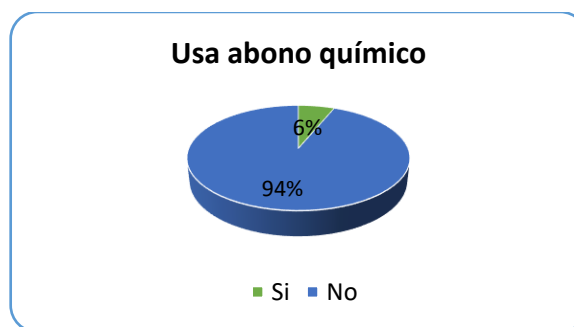
Fuente: El Autor

Análisis: En el gráfico 30 se puede observar que el 93,8 % de los productores practican la agricultura orgánica, mientras que el 6,3 % practica la agricultura convencional.

Interpretación: Se determina que al no utilizar ningún agroquímico o fertilizante la mayoría de productores pasan a realizar la agricultura orgánica, solo el 6,3 % de los productores realizan la agricultura convencional.

29.- ¿Usa abono químico para la fertilización?

Gráfico 31. Usa abono químico para la fertilización



Fuente: El Autor

Análisis: De acuerdo al gráfico 31 el 94,0 % de los productores no usan abono químico para su fertilización, mientras que el 6,0 % si lo utiliza.

Interpretación: El 94,0 % de los productores no usan abonos químicos para su fertilización por el costo y la inversión que conlleva y al no obtener la producción

que requieren, mejor optan por no invertir en fertilización química. Solo el 6,0 % de los productores usan el abono químico para mejorar sus rendimientos.

30.- ¿Controla su cultivo solo con productos químicos?

Gráfico 32. Controla su cultivo solo con productos químicos



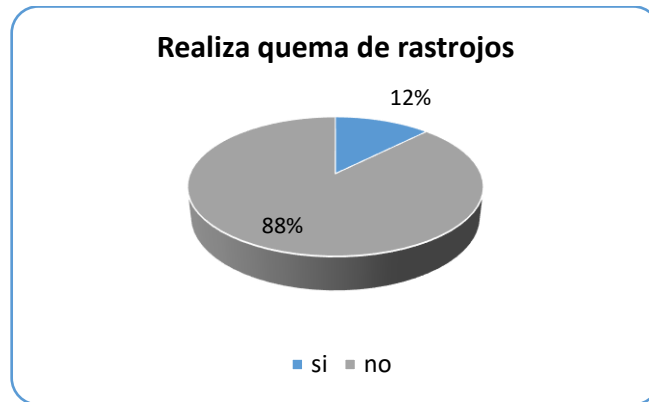
Fuente: El Autor

Análisis: De acuerdo al gráfico 32 se puede observar que el 93,8 % de productores no controlan sus plagas con productos químicos, mientras que es 6,3 % si lo utilizan.

Interpretación: De todos los productores encuestados solo una persona que representa al 6,3 % usa los productos químicos como una alternativa para controlar las plagas y enfermedades, mientras que el resto de productores que representan el 93,8 % no utilizan por los altos costos de producción y los precios bajos de comercialización de la tuna.

31.- ¿Realiza quema de rastrojos de malezas?

Gráfico 33. Realiza quema de rastrojos de malezas



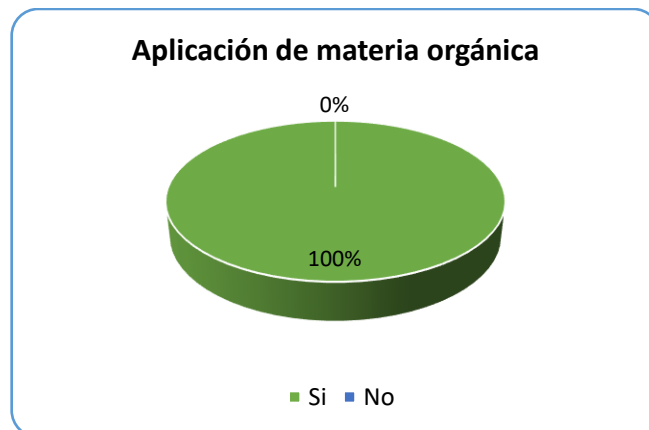
Fuente: El Autor

Análisis: Se puede observar en el gráfico 33 que el 88,0 % de productores no realizan la quema del rastrojo, mientras que el restante 12,0 % si lo realiza.

Interpretación: Se puede determinar que el 88,0 % de productores no quema sus rastrojos sino que lo incorpora al suelo como fuente de materia orgánica para sus cultivos, mientras que el restante 12,0 % si quema su rastrojo por desconocimiento y el aporte nutricional que representa una vez compostada.

32.- ¿Realiza aplicaciones de materia orgánica?

Gráfico 34. Realiza aplicaciones de materia orgánica en la tuna



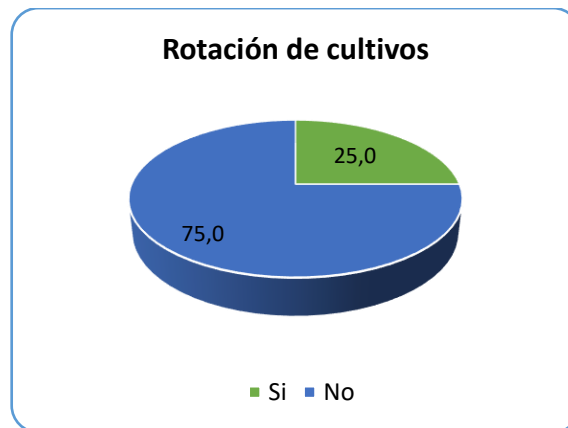
Fuente: El Autor

Análisis: Se puede observar en el gráfico 34 que el 100 % de los productores realiza la aplicación de materia orgánica.

Interpretación: El 100 % de los productores realiza la aplicación de materia orgánica ya sea de origen animal o vegetal, los mismos que son obtenidos de su Unidad de Producción.

33.- ¿Realiza rotación de cultivos?

Gráfico 35. Realiza rotación de cultivos



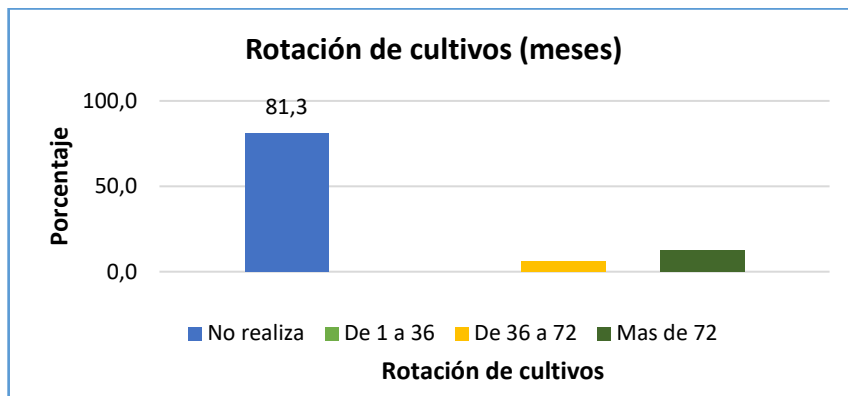
Fuente: El Autor

Análisis: El 75,0 % de los productores no realizan la rotación de cultivos, mientras que el 25,0 % de productores si realizan rotación de cultivos.

Interpretación: El 75,0 % de los productores no realizan la rotación de cultivos por ser la tuna un cultivo perenne que sobrepasa los 15 años en producción, mientras que el 25,0 % de productores si realizan la rotación con el fin de mejorar la calidad de su producción.

34.- ¿Cada que tiempo realiza la rotación de cultivos? (meses):

Gráfico 36. Cada que tiempo realiza la rotación de cultivos



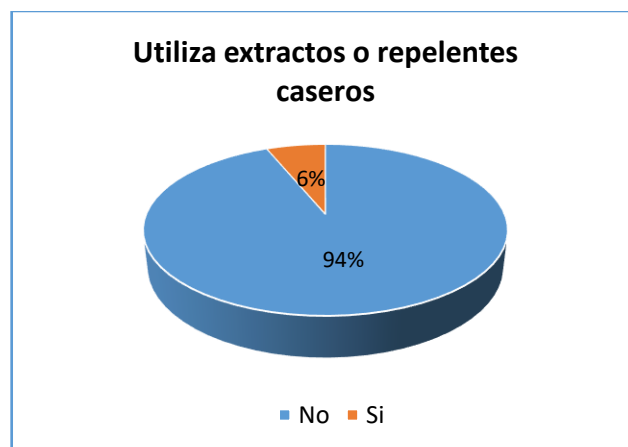
Fuente: El Autor

Análisis: El 81,3 % de los productores no rotan sus cultivos, el 12,5 % lo realiza después de los 72 meses y el 6,3 % después de los 36 meses.

Interpretación: Se determina que el 81,3 % de los productores no rotan sus cultivos de tuna llegando a mantener sus cultivos por más de 15 años, mientras que los pocos productores restantes si rotan sus cultivos con el fin de mejorar de alguna manera su producción.

35.- ¿Utiliza extractos o repelentes caseros para combatir las plagas?

Gráfico 37. Utiliza extractos o repelentes caseros para combatir las plagas



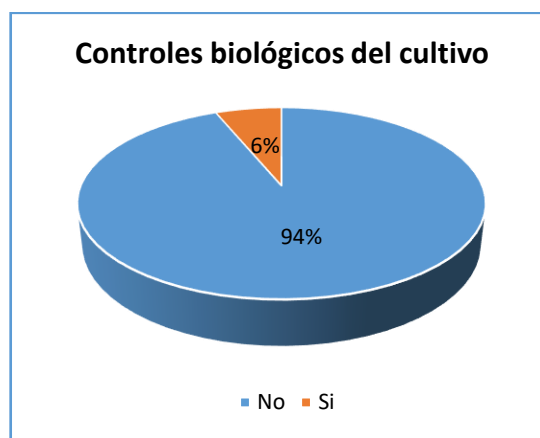
Fuente: El Autor

Análisis: De acuerdo al gráfico 37, el 94,0 % de los productores no utilizan ningún extracto o repelente, mientras que el 6,0 % de los productores usan extractos o repelentes.

Interpretación: Uno de los problemas para que el productor no realice ningún control fitosanitario con extractos o repelentes caseros es la falta de conocimiento de la elaboración de estos productos y los beneficios que causan en el cultivo.

36.- ¿Realiza controles biológicos en sus cultivos?

Gráfico 38. Realiza controles biológicos en sus cultivos



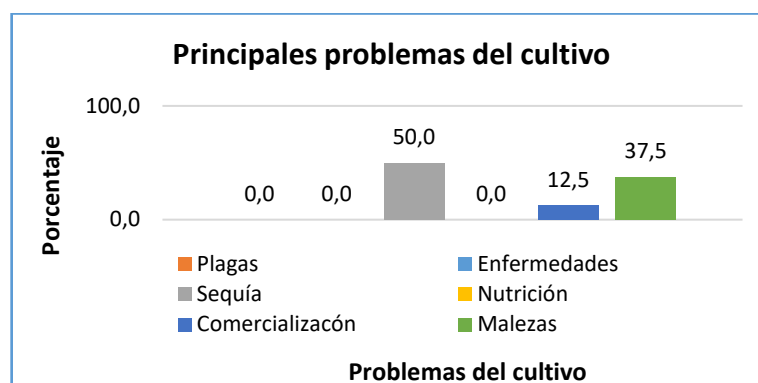
Fuente: El Autor

Análisis: El 94,0 % de los productores no realizan controles biológicos, mientras que el 6,0 % si utiliza controles biológicos.

Interpretación: No se realiza los controles biológicos por parte de los productores, una vez cultivada la tuna no realizan ningún control fitosanitaria con enfoque ecológico por la falta de recursos o falta de capacitación de algunas entidades públicas o privadas, solo el 6,0 % de los productores si aplica los controles biológicos.

37.- ¿Cuál es el mayor problema que tiene en relación a su cultivo?

Gráfico 39. Cuál es el mayor problema que tiene en relación a su cultivo



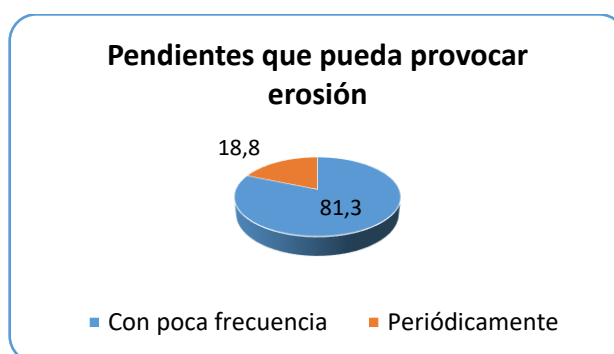
Fuente: El Autor

Análisis: De acuerdo al gráfico 39 los datos que se obtienen son los siguientes: 50,0 % Sequía, 37,5 % malezas, 12,5 % comercialización.

Interpretación: Uno de los problemas principales a los que se enfrentan los productores de tuna es la sequía con el 50,0 % debido a que la zona tiene poca capacidad de retención de humedad del suelo, mientras que la maleza ocupa el 37,5 % por la baja rentabilidad los productores no desean hacer gastos de personal para la deshierba y el 12,5 % de productores tiene problemas de comercialización por los precios bajos del fruto en la mayoría de épocas del año.

38.- ¿Existe pendientes que pueden provocar la erosión en su predio?

Gráfico 40. Existe pendientes que pueden provocar la erosión en su predio



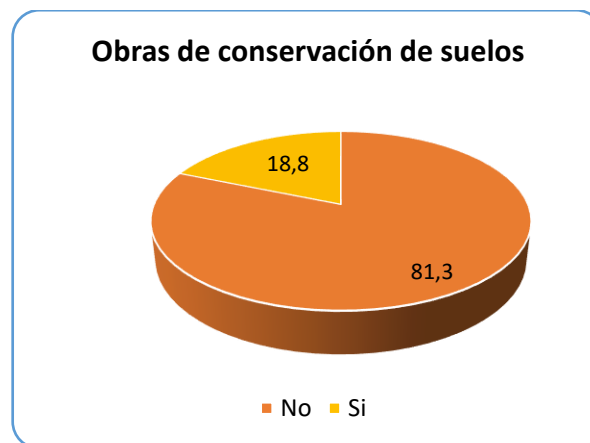
Fuente: El Autor

Análisis: De acuerdo al gráfico 40 se observa que el 81,3 % del suelo se erosiona con poca frecuencia, mientras que el 18,8 % si están periódicamente en peligro de erosión.

Interpretación: El 81,3 % de los suelos de los productores no tienen peligro de erosión ya que se tratan de predios pequeños y cercados por cabuyales u otras especies forestales. Mientras que el 18,8% si tienen pendientes pronunciadas o sin cercas vivas que pueden provocar la erosión por escorrentía superficial.

39.- ¿Realiza obras de conservación de suelos como Terrazas, Zanjas de desviación, Canteros, etc.?

Gráfico 41. Realiza obras de conservación de suelos



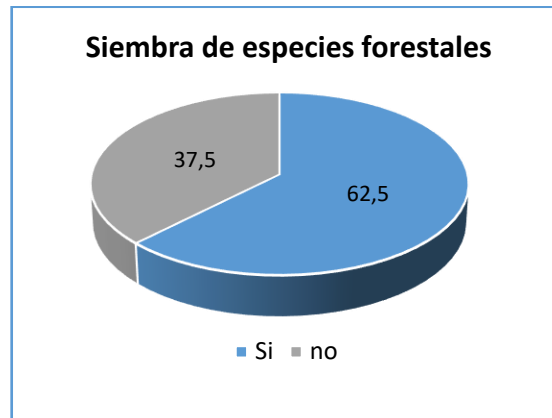
Fuente: El Autor

Análisis: El 18,8 % de los productores si realizan obras de conservación de suelos, mientras que el 81,3 % no lo realiza.

Interpretación: El 81,3 % de productores no realizan obras de conservación, se debe a que los predios que tienen no lo necesitan porque tienen sembrado cabuyales en los linderos o los suelos arenosos no permiten que se inunden los predios en caso de exceso de precipitación, el 18,8 % de los productores realizan la labranza cero como medida de conservación de suelos.

40.- ¿Realiza la siembra de especies forestales o nativas como cortinas rompe vientos?

Gráfico 42. Realiza la siembra de especies forestales o nativas



Fuente: El Autor

Análisis: Se puede observar en el gráfico 42 que el 62,5 % de productores si realizan la siembra de alguna especie forestal o nativa, mientras que el 37,5 % no siembra ninguna especie.

Interpretación: Se puede determinar que el 62,5 % de los productores tienen especies forestales o nativas como el capulí, el eucalipto, cabuyas, molle, etc. Mientras que el 37,5 % de los productores no realizan la siembra de ninguna especie forestal o nativa.

4.2 Análisis de sustentabilidad de la parroquia Eloy Alfaro mediante la interpretación de indicadores y subindicadores establecidos en la encuesta

4.2.1 Resultados de los indicadores y subindicadores: Indicador Económico (IK)

Tabla 11. Resultados de los indicadores y subindicadores: Indicador Económico (IK)

INDICADORES	CÓDIGO	SUSTENTABILIDAD
A: Autosuficiencia Alimentaria	AIE	1,47
B: Ingreso económico	BIE	1,38
C. Riesgo económico:	CIE	2,00
DIMENSIÓN ECONÓMICA (IK)	IK	1,61

Fuente: El autor

Los resultados obtenidos nos indican que el Indicador Económico (IK), tiene un valor de sustentabilidad de 1,61 teniendo un valor bajo o crítico que requiere cambios urgentes a nivel de los componentes de sustentabilidad.

La Dimensión Económica presenta los siguientes indicadores: **A** (Autosuficiencia alimentaria), **B** (Ingreso económico) y **C** (Riesgo económico), cada uno con sus respectivos valores.

En el indicador **A (Autosuficiencia alimentaria)** se puede observar que su promedio en conjunto es de 1,47 siendo un valor bajo o crítico de sustentabilidad, los mismos que se obtienen de los siguientes subindicadores:

- **A1.- Diversificación de la producción:** Presenta un valor de 1,88 que se considera un valor crítico de sustentabilidad dentro de la investigación, lo que indica que el sistema necesita un cambio urgente a nivel de este indicador para que sea sustentable.
- **A2.- Tenencia de tierras:** Presenta un valor de 1,06 siendo este un valor crítico de sustentabilidad de la Unidad de Producción, tomando en cuenta que cualquier adversidad en sus componentes puede poner en riesgo la sustentabilidad.

En el indicador **B (Ingreso Económico)** se puede observar que su promedio en conjunto es de 1,38 siendo un valor bajo o crítico de sustentabilidad, los mismos que se obtienen de los siguientes subindicadores:

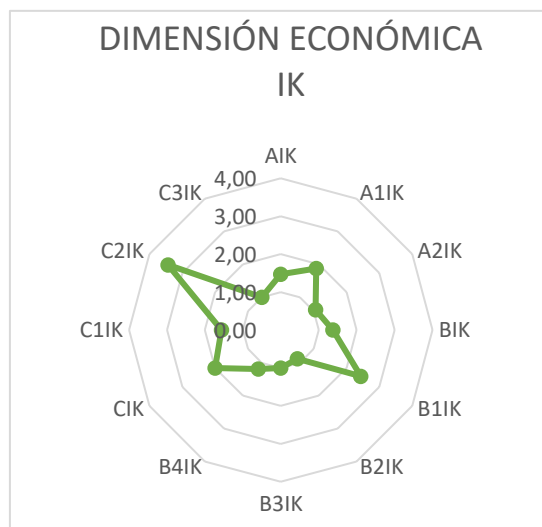
- **B1.- Ingreso mensual neto por familia:** Presenta un valor de 2,44 llegando así al nivel mínimo de sustentabilidad, demostrando que la mayoría de productores tienen un ingreso bajo para poder satisfacer las necesidades de su familia.
- **B2.- Crianza de animales:** El valor que se obtuvo fue de 0,88 que está en un nivel bajo o crítico de sustentabilidad, demostrando que pocas personas se dedican a la crianza de animales.
- **B3.- Derivados agropecuarios:** Presenta un valor de 1,00 que está en el nivel bajo o crítico de sustentabilidad, puesto que los productores no tienen capacitaciones para dar un valor agregado a sus productos.
- **B4.- Costo de la tierra:** El valor que se obtuvo fue de 1,19 que está en el nivel crítico de sustentabilidad, esto se debe a que los suelos de la zona no son aptos para la agricultura por la poca retención de humedad y dependen de la lluvia como fuente de agua para sus cultivos.

En el indicador **C (Riesgo Económico)**: Se puede observar que el valor obtenido es de 2,00 que está en un nivel mínimo de sustentabilidad, los mismos que se pueden observar en los subindicadores siguientes:

- **C1.- Diversificación para la venta:** Presenta un valor de 1,56 que está en un nivel crítico de sustentabilidad, si se requiere subir de categorización se debe dar un valor agregado al producto final.
- **C2.- Numero de vías de comercialización:** el valor que se obtuvo fue de 3,44 que va al nivel medio de sustentabilidad de las unidades de producción, debemos implementar mejoras en capacitación y asociatividad para dar un valor agregado al producto final
- **C3.- Dependencia de insumos externos:** El valor que se obtuvo fue de 1,00 que se encuentra en un nivel muy crítico de sustentabilidad, esto se debe a que los incentivos y apoyo para la producción de tuna son escasos, viendo como una alternativa obtener sus productos de otras provincias productoras.

Tabla 12. Niveles de sustentabilidad de la Dimensión Económica (IK)

INDICADORES: DIMENSIÓN ECONÓMICA (IK)	IK
A: Autosuficiencia Alimentaria	AIK
A1.- Diversificación de la producción:	A1IK
A2.- Tenencia de tierras:	A2IK
B: Ingreso económico	BIK
B1.- Ingreso mensual neto por familia:	B1IK
B2. Crianza de animales:	B2IK
B3. Derivados agropecuarios:	B3IK
B4. Costo de la tierra:	B4IK
C. Riesgo económico:	CIK
C1.- Diversificación para la venta:	C1IK
C2.- Número de vías de comercialización (Consumo y Distribución de productos):	C2IK
C3.- Dependencia de insumos externos:	C3IK



4.2.2 Resultados de los indicadores y subindicadores: Indicador Ambiental (IE)

Tabla 13. Resultados de los indicadores y subindicadores: Indicador Ambiental (IE)

INDICADORES	CÓDIGO	SUSTENTABILIDAD
A: Conservación de la Vida del Suelo	AIE	1,28
B: Riesgo de Erosión	BIE	1,27
C: Manejo de la Biodiversidad	CIE	1,25
INDICADORES: DIMENSIÓN AMBIENTAL (IE)	IE	1,26

Fuente: El autor

Los resultados muestran que el **Indicador Ambiental (IE)**, posee un valor de 1,26 siendo éste un valor crítico en el nivel de sustentabilidad.

La Dimensión Ambiental contiene los siguientes indicadores: **A** (Conservación de la vida del suelo), **B** (Riesgo de erosión) y **C** (Manejo de la biodiversidad) con cada uno de sus valores de sustentabilidad de los cuales son:

En el indicador **A (Conservación de la vida del suelo)** se puede observar que su promedio en conjunto es de 1,26 siendo este un valor que se encuentra en el nivel crítico de sustentabilidad de la unidad de producción, que a su vez contiene los siguientes subindicadores:

- **A1.- Cobertura del suelo:** Nos presenta un valor de 0,50 que es un nivel muy crítico o extremo de sustentabilidad, esto se debe a no existe mucha cobertura vegetal por la poca retención de humedad del suelo.
- **A2.- Manejo de residuos del cultivo:** Nos presenta un valor de 2,06 que es el umbral mínimo de sustentabilidad, esto se debe a que se reutiliza los residuos que salen de las tunas y se descompone para incorporar al suelo.
- **A3.- Diversificación de cultivos:** con un valor de 1,75 siendo este un valor crítico de sustentabilidad de la unidad de producción, este parámetro se basa en la implementación de cercas vivas con plantas forestales como una alternativa hacia a erosión del suelo.
- **A4.- Dotación de agua:** con un valor de 00,00 siendo este un valor muy crítico de sustentabilidad de la unidad de producción, lo que nos indica que los productores del sector dependen única y exclusivamente del agua de lluvia para regar sus cultivos,
- **A5.- Nivel de contaminación atmosférica:** con un valor de 2,06 el cuál es un nivel mínimo de sustentabilidad, siendo este un valor que no se lo podría corregir con facilidad porque la mayor parte de contaminación se origina en la panamericana E35 por la cantidad elevada de autos que circulan todos los días y las microempresas de bloque que funcionan en la localidad.

En el indicador **B (Riesgo de erosión)** se puede observar que su promedio en conjunto es de 1,27 siendo un valor crítico de sustentabilidad de la unidad de producción, que a su vez contiene los subindicadores:

- **B1.- Pendiente Predominante:** Con un valor de 2,06 el cuál es un valor mínimo de sustentabilidad, esto se debe a que la mayor cantidad de productores realizan sus cultivos en lugares donde no existen pendientes predominantes.

- **B2.- Cobertura vegetal:** Con un valor de 1,38 el cual es un nivel crítico de sustentabilidad de la unidad de producción, donde se identifica que no existe mucha cobertura vegetal para la retención de nutrientes o arrastre del suelo, pudiendo el productor realizar rotaciones de cultivos o incorporación de materia orgánica.
- **B3.- Obras de Conservación del Suelo:** Con un valor de 0,88 considerado un valor muy crítico o extremo de sustentabilidad de las unidades de producción, donde da a conocer que una de las deficiencias predominantes del sector es la falta de conocimiento sobre las obras para conservar el suelo, aunque una pequeña parte de los productores si realizan obras de conservación de suelos como terrazas, zangas de desviación o surcos.
- **B4.- Tipología del suelo:** Con un valor de 0,75 el cual es un nivel muy crítico de sustentabilidad de las unidades de producción, donde indica que en mayor parte del suelo de la localidad es arenosa y no tiene la capacidad de retener los nutrientes y la humedad generada por la lluvia.

En el indicador C (**Manejo de la Biodiversidad**) se puede observar que su promedio en conjunto es de 1,25 siendo un valor crítico en el nivel de sustentabilidad, lo que a su vez contiene los subindicadores:

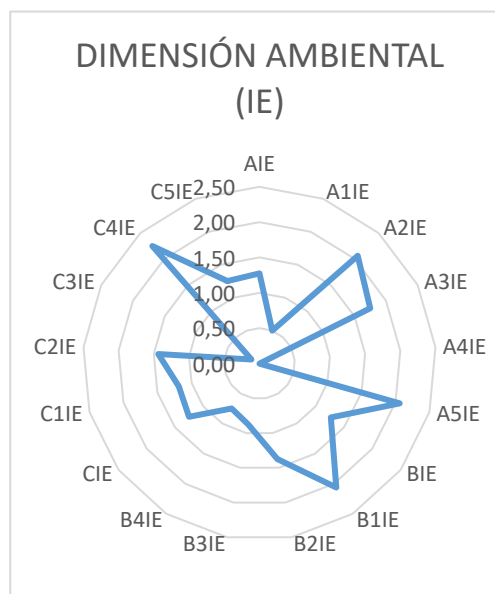
- **C1.- Biodiversidad espacial (Biodiversidad y Uso del cultivo):** Con un valor de 1,19 ubicado en el nivel crítico de sustentabilidad, donde se puede denotar que existe poca diversificación de cultivos de los productores del sector, esto debido a la baja rentabilidad que generan los cultivos en la zona.
- **C2.- Biodiversidad temporal (uso de la Agroforestería):** Con un valor de 1.44 está dentro del nivel bajo o crítico de sustentabilidad de la unidad de producción, donde se pudo determinar que las personas en la gran mayoría no saben el uso adecuado de la agroforestería, por este motivo los productores del sector solo se dedican a sus cultivos y no al cuidado de su predio como fuente de vida y obtención de recursos.
- **C3.- Manejo ecológico de plagas y enfermedades:** Con un valor de 0,13 el cual se encuentra en el nivel muy crítico de sustentabilidad de la unidad de producción, esto se debe a que desconocen de los beneficios que algunas

plantas pueden brindar como fungicidas o insecticidas caseros o a su vez no conocen el efecto del uso de predadores biológicos.

- **C4.- Diversidad de semillas local o mejorada:** Con un valor de 2,25 que va en el nivel mínimo o bajo de sustentabilidad de la unidad de producción, donde se puede denotar que las personas en el sector compra diversidad de semillas y a su vez utilizan las semillas propias del sector, lo cual es algo positivo ya que esto ayuda a mantener el material genético de la semilla adaptado a las condiciones agroclimáticas de la localidad.
- **C5.- Manejo de sucesiones del predio:** Con un valor de 1,25 que va en el nivel crítico de sustentabilidad de la unidad de producción, donde se determinó que las personas del sector no tienen conocimiento de la sucesión del predio, por otro lado en poca cantidad se encuentran las personas que realizan agricultura convencional y por último se encuentran las personas que tienen conciencia sobre el manejo sustentable del predio.

Tabla 14. Niveles de sustentabilidad de la Dimensión Ambiental (IA)

INDICADORES: DIMENSIÓN ECOLÓGICA O AMBIENTAL (IE)	IE
A: Conservación de la Vida del Suelo	AIE
A1.- Cobertura del Suelo:	A1IE
A2.- Manejo de residuos del cultivo:	A2IE
A3.- Diversificación de cultivos:	A3IE
A4.- Dotación de agua:	A4IE
A5.- Nivel de contaminación atmosférica:	A5IE
B: Riesgo de Erosión	BIE
B1.- Pendiente Predominante	B1IE
B2.- Cobertura vegetal:	B2IE
B3.- Obras de Conservación del Suelo:	B3IE
B4.- Tipología del suelo:	B4IE
C: Manejo de la Biodiversidad	CIE
C1.- Biodiversidad espacial (Biodiversidad y Uso del cultivo):	C1IE
C2.- Biodiversidad temporal (Uso de la Agroforestería):	C2IE
C3.- Manejo ecológico de plagas y enfermedades:	C3IE
C4.- Diversidad de semillas local o mejorada:	C4IE
C5.- Manejo de sucesiones del predio:	C5IE



4.2.3 Resultados de los indicadores y subindicadores de estudio: Indicador Social (ISC)

Tabla 15. Resultados de los indicadores y subindicadores: Indicador Social (ISC)

INDICADORES	CÓDIGO	SUSTENTABILIDAD
A: Satisfacción de las necesidades básicas	ASC	2,52
B: Aceptabilidad del sistema de producción	BSC	1,38
C: Integración social a sistemas organizativos	CSC	0,58
D.- Conocimiento y conciencia ecológica	EISC	2,38
E.- Equidad y protección de la identidad local	DSC	1,67
F.- Potencial turístico	FISC	2,28
INDICADORES: DIMENSIÓN SOCIO-CULTURAL (ISC)	ISC	1,80

Fuente: El Autor

Los resultados muestran que el indicador **Socio-cultural (ISC)**, posee un valor de 1,80 siendo éste un valor bajo o crítico en el nivel de sustentabilidad.

Esta dimensión contiene los siguientes indicadores: **A** (Satisfacción de las necesidades básicas), **B** (Aceptabilidad del sistema de producción), **C** (Integración social a sistemas organizativos), **D** (Conocimiento y conciencia ecológica), **E** (Equidad y protección de la identidad local) y **F** (Potencial turístico), cada uno de sus valores de sustentabilidad que se describe a continuación:

En el indicador **A (Satisfacción de las necesidades básicas)**, se puede observar que su promedio en conjunto es de 2,52 siendo un valor mínimo de sustentabilidad, lo que a su vez contiene los subindicadores a continuación descritos:

- **A1.- Acceso a la salud y cobertura sanitaria:** Con un valor de 3,00 que es un valor medio de sustentabilidad, esto se debe a que todos los productores tienen acceso a un centro de salud básico en el sector de Patután perteneciente a la misma parroquia, si en algún momento se mejora la atención podría subir los rangos de sustentabilidad.
- **A2.- Acceso a la Educación:** Presenta un valor de 1,56 siendo este un valor crítico de sustentabilidad, en donde varios de los productores si tuvieron

acceso a la educación primaria, pocas son las personas que tuvieron ingreso al bachillerato y a la educación superior.

- **A3.- Vivienda:** Con un valor de 2,31 siendo este un valor bajo de sustentabilidad, donde se puede observar que en el sector de estudio prevalece un nivel de vida medio que en su mayoría consta con todos los servicios y sus viviendas son de un buen material en especial de construcción mixta, esto se debe a que la mayoría opta por adquirir el bloque que se produce en la zona.
- **A4.- Servicios:** Con un valor de 3,19 siendo este un valor intermedio de sustentabilidad, donde se puede observar que en la zona de estudio las personas cuentan con el abastecimiento de servicios básicos como agua luz y en algunos casos la instalación de teléfono, esto se debe a que el lugar de estudio se encuentra a pocos minutos de la ciudad y la panamericana E35 y los avances son más notorios que en lugares cercanos.

En el indicador **B (Aceptabilidad del sistema de producción)**, se puede observar que su promedio en conjunto es de 1,38 siendo un valor crítico en el nivel de sustentabilidad, lo que a su vez contiene los siguientes subindicadores:

- **B1.- Como se siente con la actividad que realiza:** con un valor de 1,38 siendo este un valor crítico en el nivel de sustentabilidad, donde se observa que la mayor parte de los productores se sienten insatisfechos por los precios e incentivos para la producción de tuna, a su vez no quieren realizar mucha inversión en sus cultivos por la sequía existente en épocas de baja precipitación.

En el indicador **C (Integración social a sistemas organizativos)**, se puede observar que su promedio en conjunto es de 0.58 siendo un valor muy crítico en el nivel de sustentabilidad, dejando ver a simple vista que existe poco apoyo a los productores en las actividades que ellos realizan.

- **C1.- Gestión Institucional:** con un valor de 0,44 el cual es un valor considerado muy crítico en el nivel de sustentabilidad, donde se puede observar que en la zona de estudio los productores en su gran mayoría no cuentan con ayuda de ninguna institución ya sea esta pública, privada o

gubernamental, por otro lado se encuentran productores que si han recibido apoyo por parte de GAD Parroquial por medio de charlas, capacitaciones o proyectos que se realizan en la comunidad, dando a denotar que los productores de la zona necesitan mayor intervención de las entidades provinciales así como las gubernamentales.

- **C2.- Apoyo económico:** con un valor de 0,00 este valor indica un nivel muy crítico de sustentabilidad, donde se puede observar que en la zona de estudio los productores en su gran mayoría no cuentan con ayuda económica de ninguna institución pública o privada.
- **C3.- Asociatividad:** Con un valor de 1,69 este valor indica un nivel crítico de sustentabilidad, donde se determinó que en la zona de estudio las personas conviven a veces en sesiones del barrio y pocas veces en mingas que se realizan en la comunidad, dando a notar que no existe un nivel medio de asociatividad dentro de la comunidad y que hace falta fomentar y reforzar esta actividad por medio de eventos culturales, deportivos o de cualquier otra índole.
- **C4.- Política pública:** con un valor de 0,19 el cual es un valor crítico de sustentabilidad, donde se determinó que en la zona de estudio las personas no poseen acceso a ningún tipo de política pública es decir no son acreedores a seguros agrícolas, seguros campesinos, créditos agropecuarios estatales, entre otros, por ende, los productores al no ser acreedores a este tipo de políticas no pueden potenciar su producción dando un nivel bajo de sustentabilidad.

En el indicador **D (Conocimiento y conciencia Ecológica)**, se puede observar que su promedio en conjunto es de 2,38 siendo un valor bajo en el nivel de sustentabilidad, dejando ver que este indicador es de suma importancia en la población ya que mediante este los productores conocen y saben sobre el manejo adecuado de los recursos, este indicador a su vez contiene los subindicadores mencionados a continuación:

- **D1.- Tiene conocimiento ecológico:** Con un valor de 1,13 el cual es un valor crítico de sustentabilidad, se determinó que en la zona de estudio las

personas no poseen conocimiento ecológico lo cual conlleva a que los productores realicen la quema de residuos de cultivos, pocas personas son las que realizan una producción amigable con el ambiente que realizan una labor adecuada de manejo de sus cultivos.

- **D2.- Formas de producir:** Con un valor de 3.63 el cual es considerado un valor medio de sustentabilidad, donde se puede observar que en la zona de estudio las personas producen utilizando agricultura orgánica en su mayoría, esto se debe a que no realizan ninguna aplicación en sus cultivos porque no esperan mucha rentabilidad.

En el indicador **E (Equidad y protección de la identidad local)** se puede observar que su promedio en conjunto es de 1,67 siendo un valor crítico de sustentabilidad, lo que a su vez contiene los siguientes subindicadores:

- **E1.- Edad del jefe del hogar:** Con un valor de 2,69 el cual es un valor bajo de sustentabilidad, dando como resultado que el jefe de hogar está a partir de los 30 años hasta los 70 años de edad sin tener mucha diferencia en todos los rangos.
- **E2.- Nivel educativo:** Con un valor de 1,31 el cual es un valor crítico de sustentabilidad, donde se puede observar que en la gran mayoría poseen únicamente los estudios de primaria, dando como resultado un bajo índice de nivel educativo en el sector, a excepción de un minúsculo grupo de productores que tienen bachillerato y educación superior.
- **E3.- Capacidad de ocupación de la finca:** Con un valor de 1,00 el cual es un valor crítico de sustentabilidad, donde se puede observar que la gran mayoría posee una capacidad ocupacional de menos de 1 hectárea, esto debido a que los predios de los productores son pequeñas parcelas.

En el indicador **F (Potencial Turístico)**, se puede observar que su promedio en conjunto es de 2,28 siendo un valor bajo en el nivel de sustentabilidad, dejando ver que se puede potencializar en el sector, lo que a su vez contiene los siguientes subindicadores:

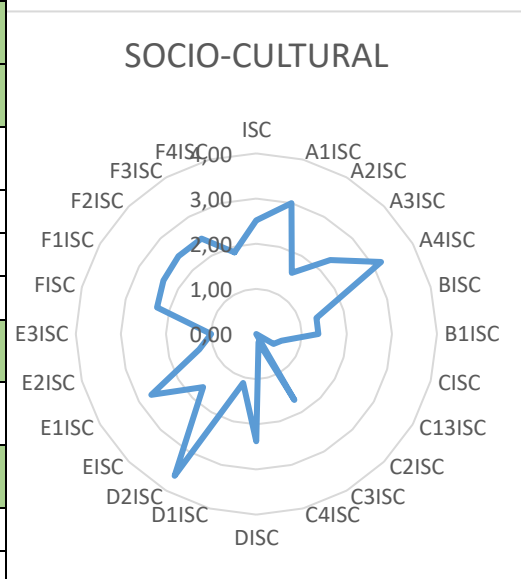
- **F1.- Comidas tradicionales:** Con un valor de 2,38 el cual es un valor bajo de sustentabilidad, se determinó que la mayoría de personas tiene adecuado

conocimiento y oferta sobre el manejo de comidas tradicionales como propuesta para consumo, mientras que otro grupo poblacional indico que consume alimentos tradicionales en cantidades mínimas, dando como resultado un alto índice de aceptabilidad a las comidas tradicionales al sector.

- **F2.- Conocimientos ancestrales y leyendas del sector:** Con un valor de 2,44 el cual es un valor bajo de sustentabilidad, se determinó que la mayoría de personas poseen conocimientos ancestrales en el sector tales como la medicina natural, tradiciones culturales, estados lunares para agricultura, mientras que otro grupo poblacional indico que poseen conocimiento ancestral pero lo utiliza medianamente o muy pocas veces, dando como resultado un alto índice y utilización de conocimientos ancestrales que son transmitidas de generación a generación.
- **F3.- Hospitalidad:** Con un valor de 2,44 el cual es un valor bajo de sustentabilidad, donde se determinó que la mayoría de personas tiene muy buena acogida a gente foránea al sector con una buena infraestructura para hospedar, mientras que otro grupo poblacional indico que tiene muy buena acogida a gente foránea sin infraestructura para hospeda, denotando que la comunidad es muy amigable con gente foránea al sector pero hace falta impulsar el ámbito de hospedaje para así poder potencializar el turismo.
- **F4.- Identidad Cultura:** Con un valor de 1,88 el cual es un valor crítico de sustentabilidad, donde se determinó que las personas en su mayoría conocen sus raíces y está contento con su origen y nominación étnica, mientras que otro grupo poblacional indico que conoce y participa de las costumbres del sector, pasa a ser crítico porque algunas personas solo conocen y no lo difunden.

Tabla 16. Niveles de sustentabilidad de la Dimensión Social (ISC)

INDICADORES: DIMENSIÓN SOCIO-CULTURAL (ISC)	IISC
A: Satisfacción de las necesidades básicas	ISC
A1.- Acceso a la salud y cobertura sanitaria:	A1ISC
A2.- Acceso a la Educación:	A2ISC
A3.- Vivienda:	A3ISC
A4.- Servicios:	A4ISC
B: Aceptabilidad del sistema de producción	BISC
B1.- Como se siente con la actividad que realiza:	B1ISC
C: Integración social a sistemas organizativos	CISC
C1.- Gestión Institucional:	C13ISC
C2.- Apoyo económico:	C2ISC
C3.- Asociatividad:	C3ISC
C4.- Política pública:	C4ISC
D.- Conocimiento y conciencia ecológica.	DISC
D1.-Tiene conocimiento ecológico:	D1ISC
D2.- Formas de producir:	D2ISC
E.- Equidad y protección de la identidad local	EISC
E1.- Edad del jefe del hogar:	E1ISC
E2.- Nivel educativo:	E2ISC
E3.- Capacidad de ocupación de la finca:	E3ISC
F.- Potencial turístico	FISC
F1.- Comidas tradicionales:	F1ISC
F2.- Conocimientos ancestrales y leyendas del sector:	F2ISC
F3.- Hospitalidad:	F3ISC
F4.- Identidad Cultura:	F4ISC



4.3 Cálculos y resultados de la sustentabilidad

La fórmula del Índice de Sustentabilidad General (Sarandón S. J., 2004) es: $ISG=(IK+IE+ISC)/3$, condiciones de unidad sustentable: $ISG>2$, ninguna de las tres dimensiones debe tener valor <2 , los indicadores y subindicadores fueron:

Tabla 17. Matriz de fórmulas y ponderación del valor de los indicadores para la zona de estudio

MATRIZ DE FÓRMULAS Y PONDERACIÓN DEL VALOR DE LOS INDICADORES PARA LA ZONA DE ESTUDIO					
INDICADOR	FÓRMULA		R	PONDERACIÓN DOBLE	PONDERACIÓN SIMPLE
INDICADOR ECONÓMICO (IK):	IK=	$\frac{(2((A1+A2)/2))+((2B1+B2+B3+B4)/5)+((C1+C2+C3)/3)}{4}$	2,42	A: Autosuficiencia Alimentaria	B: Riesgo Económico C: Riesgo económico:
INDICADOR AMBIENTAL (IE):	IE=	$\frac{(2((A1+A2+A3+A4+A5)/5))+((B1+B2+B3+B4)/4)+((C1+C2+C3+C4+C5)/5)}{4}$	1,27	A: Conservación de la Vida del Suelo	B: Riesgo de Erosión C: Manejo de la Biodiversidad
INDICADOR SOCIO-Cultural (ISC):	ISC =	$\frac{(2((A1+A2+A3+A4)/4))+((B1)+((C1+C2+C3+C4)/4))+((D1+D2)/2)+((E1+E2+E3)/3)+((F1+F2+F3+F4)/4)}{7}$	1,90	A: Satisfacción de las Necesidades Básicas	B: Contribución en el sistema de producción C: Integración social a sistemas organizativos D.- Conocimiento y conciencia ecológica E.- Equidad y protección de la identidad local F.- Potencial turístico
INDICE DE SUSTENTABILIDAD GENERAL (ISG):	ISG =	$\frac{IK+IA+ISC}{3}$	1,86	NINGUNO	NINGUNO

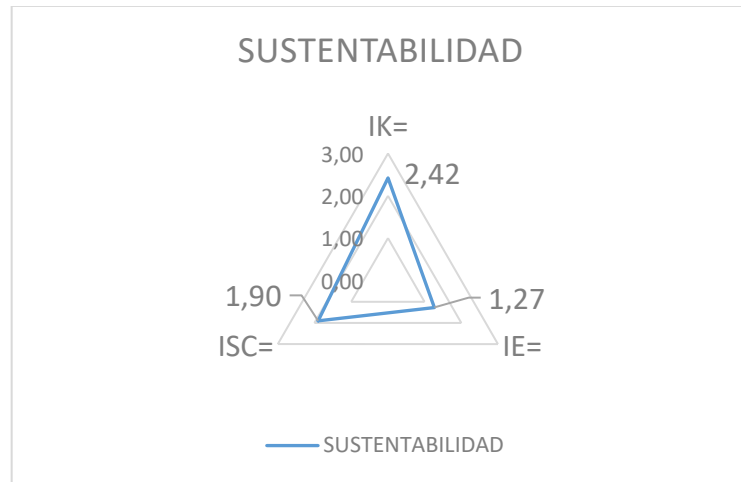
Fuente: El Autor

Tabla 18. Resumen de la matriz de fórmulas de sustentabilidad

VALOR	DIMENSIONES			ISG	SUSTENTABILIDAD
	IK	IE	ISC		
	2,42	1,27	1,90	1,86	NO

Fuente: El Autor

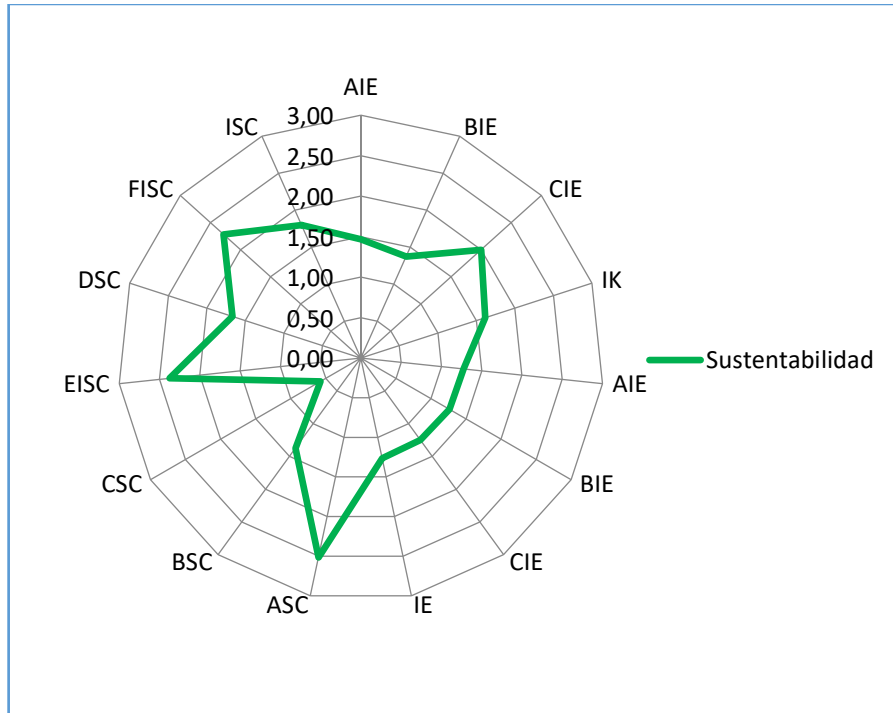
Gráfico 43. Sustentabilidad de la unidad de producción correspondiente a la parroquia Eloy Alfaro



Fuente: El Autor

De acuerdo a los valores presentes en el gráfico, se determina que la Dimensión Económica (**IK**) tiene un valor de 2,42 y por ende es sustentable, mientras que los valores de la Dimensión Ambiental (**IE**) fue de 1,27 y de la Dimensión Socio-cultural (**ISC**) fue de 1,90 demostrando que se debe mejorar estos indicadores. La media aritmética de los 3 indicadores nos da un valor en el Índice de Sustentabilidad General (**ISG**) de 1,86 demostrando que la zona de producción de tuna no es sustentable.

Gráfico 44. Sustentabilidad de los indicadores y subindicadores de las zonas de producción de tuna de la parroquia Eloy Alfaro



Fuente: El Autor

Tabla 19. Resultado de los indicadores e índices de sustentabilidad de la parroquia Eloy Alfaro

INFORMACIÓN PARA EVALUAR LA SUSTENTABILIDAD		
INDICADORES: DIMENSIÓN ECONÓMICA (IK)	IK	1,6
		1
A: Autosuficiencia Alimentaria	AIK	1,4
		7
A1.- Diversificación de la producción:	A1IK	1,8
		8
A2.- Tenencia de tierras:	A2IK	1,0
		6
B: Ingreso económico	BIK	1,3
		8
B1.- Ingreso mensual neto por familia:	B1IK	2,4
		4
B2. Crianza de animales:	B2IK	0,8
		8
B3. Derivados agropecuarios:	B3IK	1,0
		0
B4. Costo de la tierra:	B4IK	1,1
		9
C. Riesgo económico:	CIK	2,0
		0
C1.- Diversificación para la venta:	C1IK	1,5
		6
C2.- Número de vías de comercialización (Consumo y Distribución de productos):	C2IK	3,4
		4

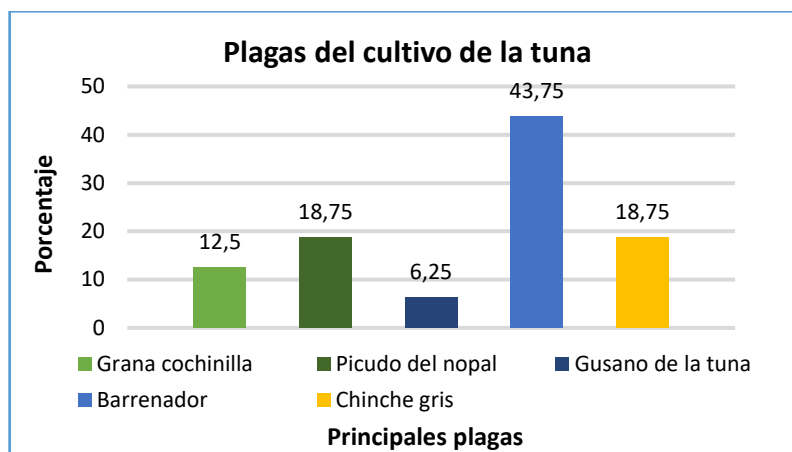
C3.- Dependencia de insumos externos:	C3IK	1,0 0
INDICADORES: DIMENSIÓN ECOLÓGICA O AMBIENTAL (IE)	IIE	1,2 6
A: Conservación de la Vida del Suelo	AIE	1,2 8
A1.- Cobertura del Suelo:	A1IE	0,5 0
A2.- Manejo de residuos del cultivo:	A2IE	2,0 6
A3.- Diversificación de cultivos:	A3IE	1,7 5
A4.- Dotación de agua:	A4IE	0,0 0
A5.- Nivel de contaminación atmosférica:	A5IE	2,0 6
B: Riesgo de Erosión	BIE	1,2 7
B1.- Pendiente Predominante	B1IE	2,0 6
B2.- Cobertura vegetal:	B2IE	1,3 8
B3.- Obras de Conservación del Suelo:	B3IE	0,8 8
B4.- Tipología del suelo:	B4IE	0,7 5
C: Manejo de la Biodiversidad	CIE	1,2 5
C1.- Biodiversidad espacial (Biodiversidad y Uso del cultivo):	C1IE	1,1 9
C2.- Biodiversidad temporal (Uso de la Agroforestería):	C2IE	1,4 4
C3.- Manejo ecológico de plagas y enfermedades:	C3IE	0,1 3
C4.- Diversidad de semillas local o mejorada:	C4IE	2,2 5
C5.- Manejo de sucesiones del predio:	C5IE	1,2 5
INDICADORES: DIMENSIÓN SOCIO-CULTURAL (ISC)	IISC	1,8 0
A: Satisfacción de las necesidades básicas	ISC	2,5 2
A1.- Acceso a la salud y cobertura sanitaria:	A1ISC	3,0 0
A2.- Acceso a la Educación:	A2ISC	1,5 6
A3.- Vivienda:	A3ISC	2,3 1
A4.- Servicios:	A4ISC	3,1 9
B: Aceptabilidad del sistema de producción	BISC	1,3 8
B1.- Como se siente con la actividad que realiza:	B1ISC	1,3 8

C: Integración social a sistemas organizativos	CISC	0,58
C1.- Gestión Institucional:	C13ISC C	0,44
C2.- Apoyo económico:	C2ISC	0,00
C3.- Asociatividad:	C3ISC	1,69
C4.- Política pública:	C4ISC	0,19
D.- Conocimiento y conciencia ecológica.	DISC	2,38
D1.- Tiene conocimiento ecológico:	D1ISC	1,13
D2.- Formas de producir:	D2ISC	3,63
E.- Equidad y protección de la identidad local	EISC	1,67
E1.- Edad del jefe del hogar:	E1ISC	2,69
E2.- Nivel educativo:	E2ISC	1,31
E3.- Capacidad de ocupación de la finca:	E3ISC	1,00
F.- Potencial turístico	FISC	2,28
F1.- Comidas tradicionales:	F1ISC	2,38
F2.- Conocimientos ancestrales y leyendas del sector:	F2ISC	2,44
F3.- Hospitalidad:	F3ISC	2,44
F4.- Identidad Cultural:	F4ISC	1,88

4.4 Entrevista

Con la formulación de tres preguntas se dio respuesta al objetivo relacionado a plagas y enfermedades.

Gráfico 45. Plagas identificadas del cultivo de la tuna

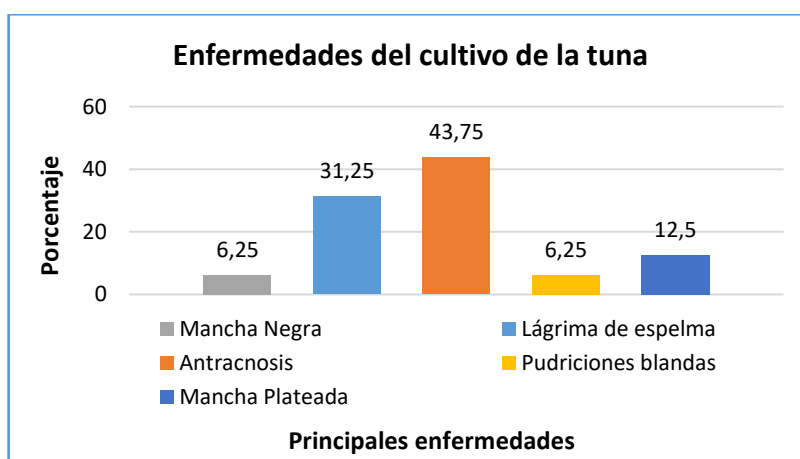


Fuente: El autor

Análisis: Se puede observar en el gráfico que el porcentaje más alto es del barrenador con el 43,75 %, mientras que el porcentaje más bajo es del gusano de la tuna con el 6,25 %.

Interpretación: De acuerdo al criterio de cada productor se determinó que son cinco las plagas que afectan el cultivo, siendo el barrenador que tiene mayor incidencia en los predios de los productores con el 43,75 % de observación, afectando a plantas que se encuentran en las primeras etapas de desarrollo.

Gráfico 46. Enfermedades identificadas en el cultivo de la tuna

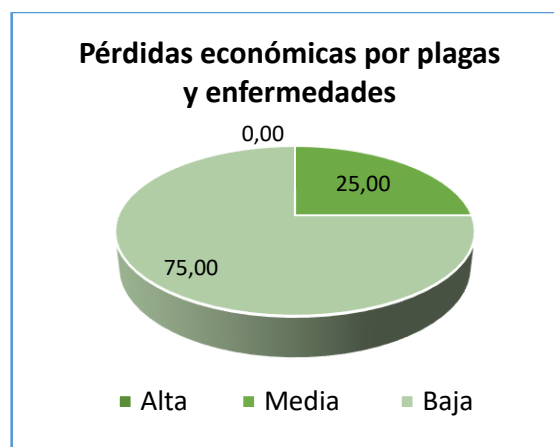


Fuente: El autor

Análisis: Se puede observar en el gráfico que el porcentaje más alto de una enfermedad es la Antracnosis con el 43,75 %, seguido de la Mancha Plateada con el 31,25 %, las tres últimas enfermedades presentan baja incidencia.

Interpretación: La mayor parte de los productores tiene problemas de Antracnosis en un 43,75 %, seguido de la Mancha Plateada con un valor del 31,25 %, esto se debe a que todas las variedades de tuna son susceptibles a estas enfermedades y las condiciones edafoclimáticas de la localidad favorecen a la proliferación en campo, pero a pesar de su presencia no presentan mayor problema en el cultivo.

Gráfico 47. Pérdidas económicas por plagas y enfermedades en el cultivo de tuna



Fuente: El autor

Análisis: Se puede observar en el gráfico que el 75,00 % de pérdidas económicas es baja, mientras que el 25,00 % es media.

Interpretación: El 75,00 % de los productores consideran que las pérdidas económicas por plagas y enfermedades es bajo, considerado aceptable frente a la pérdida ocasionada por la falta de riego en sus cultivos, el 25,00 % de los productores considera que si afecta las plagas y enfermedades pero en un rango medio o moderado.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Una vez concluido los trabajos en campo, tabulado y aplicado la fórmula de ponderación, la presente investigación nos muestra que el Indicador Económico (IK) tiene un valor de 2,42, el Indicador Ambiental (IE) tiene un valor de 1,27 y el Indicador Socio-cultural (ISC) tiene un valor de 1,90, dando un índice de Sustentabilidad General (ISG) de 1,86, concluyendo que no es sustentable, debiendo adoptar cambios urgentes en las tres dimensiones para mejorar la sustentabilidad. Mazabel *et al.* (2010) señalan que los puntos críticos de la sustentabilidad requieren de una transformación estructural, que podría venir de varios frentes. Uno que será clave en este proceso es la participación de la sociedad civil, la cual debe actuar desde sus escenarios locales y comunitarios, articularse y manifestarse. En este sentido, la búsqueda de metodologías para evaluar la sustentabilidad contribuirá de manera decisiva a la comprensión de las fortalezas y debilidades de los sistemas y a partir de ello tomar acciones que provengan de los propios actores y comunidades (Valarezo Beltrón et al. 2020).

La identificación y caracterización de los sistemas de vida, con las dimensiones Económica, Ambiental y Socio-cultural nos permite tener datos de precisión y riqueza de información que sirva como línea base que son fundamentales para una planificación y organización territorial y agrícola, que tienen que ser monitoreados con cierta regularidad.

En cuanto a enfermedades de la tuna se identificó a la Antracnosis *Colletotrichum sp.*, *Alternaria sp.* y *Capnodium sp.* que produce la “mancha plateada” como las principales enfermedades, mientras que las plagas que más afectan el cultivo se encontraron el barrenador de cladodios *Laetilia coccidivora* del orden *Lepidopera*

familia *Phycitidae* y al “chinche gris” del orden *Hemiptera* familia *Coreidae* llamado *Leptoglossus zonatus* D. así como también el *Opuntiaspis phylococcus* C.

5.2 Recomendaciones

Una vez que se identificaron los puntos críticos del sistema, se puede tomar las acciones correctivas necesarias para una gestión pública y privada de mayor eficiencia y eficacia, dando continuidad a los diferentes temas investigativos con el empoderamiento de los actores públicos y privados como ONG's y Universidades, sin dejar de lado el tema socio-cultural.

Para lograr disminuir los impactos negativos del ecosistema que sea eficiente y se prolongue a través del tiempo, es necesario buscar alternativas de producción sustentables que integre los temas económico, ambiental y socio-cultural.

Se debe fortalecer los temas de estudio de la cadena de producción y comercialización de la tuna en la provincia de Cotopaxi, que tienen que ser respaldados por un sistema de datos digitales que se actualicen constantemente de acuerdo al comportamiento del mercado.

CAPÍTULO VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albicette, M; Brasesco, R; Chiappe, M. 2009. Propuesta de indicadores para evaluar la sustentabilidad predial en agroecosistemas agrícola-ganaderos del litoral del Uruguay (en línea). *Agrociencia Uruguay* 13(1):48-68. Consultado 23 ene. 2021. Disponible en http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2301-15482009000100007&lng=es&nrm=iso&tlng=es.
- Argentinos, A. s. f. TUNA-Un alimento para descubrir (en línea). *Alimentos Argentinos-MAGyP* 41(4349):4. Disponible en http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/Nutricion/fichaspdf/Ficha_41_Tuna.pdf.
- Balseca V., ME. 2016. Proyecto de exportación de tuna pelada para incrementar la rentabilidad de la empresa “Vita Tuna” desde el cantón Guano de la provincia de Chimborazo hacia el mercado Holanda (Países Bajos) – Ámsterdam, periodo 2015-2016. (en línea) (En accepted: 2019-08-05t15:25:58z). Consultado 25 abr. 2021. Disponible en <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/11349>.
- Bazan, OD; Namur, PR. s. f. *Cactoblastis cactorum* (gusano de la tuna) (en línea). s.l., INTA. Disponible en https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_cartilla_gusano_de_tuna.pdf.
- Censos, IN de E y. 2021. Población y Demografía (en línea, sitio web). Consultado 21 abr. 2021. Disponible en <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-de-poblacion-y-vivienda/>.
- Cosavedf. (2018). Principales plagas y enfermedades que atacan al cultivo del nopal (en línea). México, Comité Estatal de Sanidad Vegetal del Distrito Federal.

8 p. (Sanidad Vegetal). DF.CP. 16090. Disponible en http://40.117.132.249/senasica/sites/default/files/Manejo%20Fitosanitario%20del%20Nopal_0.pdf.

FAO, O de las NU para la A y la A; ICARDA, CI de IA en Z áridas. 2018. Ecología del cultivo, manejo y usos del nopal (en línea). s.l., s.e. Disponible en <http://www.fao.org/3/i7628es/I7628ES.pdf>.

Hernández G., F; Andreu C., L; Cano-Lamadrid, M; López Lluch, D; Carbonell Barrachina, ÁA; Legua Murcia, P. 2020. Valorization of Prickly Pear [*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill]: Nutritional Composition, Functional Properties and Economic Aspects (en línea). Invasive Species - Introduction Pathways, Economic Impact, and Possible Management Options . DOI: <https://doi.org/10.5772/intechopen.92009>.

Inglese, P; Liguori, G; Barrera, E. s. f. Ecofisiología y biología reproductiva de los nopales cultivados (en línea). s.l., FAO-ICARDA. Disponible en <http://www.fao.org/3/i7628es/I7628ES.pdf>.

Jaramillo, VA; Calva, JS. 2017. Plagas y enfermedades de la tuna *Opuntia ficus indica* L. en las condiciones ecológicas de la provincia de Loja (en línea). Bosques Latitud Cero 7(1). Consultado 30 may 2021. Disponible en <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/bosques/article/view/169>.

Kiesling, R; Metzging, D. 2018. Origen and taxonomía de *Opuntia ficus-indica* (en línea). s.l., FAO-ICARDA. Disponible en <http://www.fao.org/3/i7628es/I7628ES.pdf>.

MAG, M de A y G. 2020. La producción de tuna, una actividad rentable (en línea, sitio web). Consultado 17 dic. 2020. Disponible en <https://www.agricultura.gob.ec/la-produccion-de-tuna-una-actividad-rentable/>.

Martini, MGF. s. f. Aportes para la evaluación de la sustentabilidad, a partir de la comparación de dos sistemas agrícolas de San Carlos, Mendoza. :94.

Méndez, S de J; Talavera, D; García, J. 2008. Identificación y control de las enfermedades más comunes en el nopal (en línea). VI Simposium Taller,

Producción y Aprovechamiento del Nopal en el Noreste de México 14:9. Disponible en <https://docplayer.es/24775727-Identificacion-y-control-de-las-enfermedades-mas-comunes-en-el-nopal.html>.

Ochoa, MJ; Giuseppe, B. 2018. Historia e importancia agroecológica y económica del nopal (en línea). s.l., FAO, ICARDA. Disponible en <http://www.fao.org/3/i7628es/I7628ES.pdf>.

Pérez, E. 2016. Elaboración de productos a base de tuna (*Opuntia ficus Indica*) como aporte comercial y nutricional a la comunidad de la parroquia Eloy Alfaro del cantón Latacunga. (en línea). Ambato, Universidad Regional Autónoma de los Andes. 53 p. Disponible en <https://dspace.uniandes.edu.ec/bitstream/123456789/5246/1/TUAEXCOMESC002-2016.pdf>.

Pratt, L; Franck, N; Sudzuki, F. s. f. Morfología y anatomía de *Platiopuntia* (en línea). s.l., FAO-ICARDA. Disponible en <http://www.fao.org/3/i7628es/I7628ES.pdf>.

Sánchez, P. 2016. PLAN DE DESARROLLO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL 2016-2028 LATACUNGA (en línea). s.l., s.e. Disponible en https://www.latacunga.gob.ec/images/pdf/PDyOT/PDyOT_Latacunga_2016-2028.pdf.

Sarandón, SJ. 2002. La agricultura como actividad transformadora del ambiente. El impacto de la agricultura intensiva de la revolución verde. Agroecología. El camino hacia una agricultura sustentable 1:23-47.

Sarandón, SJ; Flores, CC. 2014. Agroecología: Bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables (en línea). Primera. Buenos Aires, Argentina, Editorial de la Universidad de La Plata. Consultado 30 mar. 2021. Disponible en <https://libros.unlp.edu.ar/index.php/unlp/catalog/book/72>.

Valarezo Beltrón, CO; Julca-Otiniano, A; Rodríguez Berrío, A. 2020. Evaluación de la sustentabilidad de fincas productoras de limón en Portoviejo, Ecuador

(en línea). RIVAR (Santiago) 7(20):108-120. DOI:
<https://doi.org/10.35588/rivar.v7i20.4482>.

Varela G., Y; Caldera-Arellano, AK; Zegbe, JA; Serna-Pérez, A; Mena-Covarrubias, J. 2018. El riego en nopal influye en el almacenamiento y acondicionamiento de la tuna (en línea). *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 5(8):1377. DOI: <https://doi.org/10.29312/remexca.v5i8.817>.

CAPÍTULO VII. ANEXOS

Anexo 1. Ficha para la encuesta

ENCUESTA PARA AGRICULTORES			
Fecha: ____/____/____			
DATOS GENERALES			
Nombre del responsable de la encuesta:			
Nombre y apellido del agricultor/a			
Provincia:	Cantón:	Parroquia:	Barrio:
CARACTERIZACIÓN DE LAS UNIDADES DE PRODUCCIÓN			
ASPECTO SOCIO-ECONÓMICO DEL AGRICULTOR			
1.- Sexo del responsable de la Unidad de Producción Agrícola:		Masculino (___) Femenino (___)	
2.- Edad del responsable del predio (años):	20 - 30		
	31 - 40		
	41 - 50		
	51 - 60		
	61 - 70		
	Más de 70		
3.- Nivel de instrucción del responsable de la unidad de producción:	Ninguna		
	Primaria		
	Secundaria		
	Técnico		
	Superior		
4.- Número de hijos menores de 18 años:			
5.- Número de personas que aportan con los gastos del hogar:			
6.- Tipo de servicio médico que poseen en el sector:	Hospital		
	Hospital básico		
	Centro de salud tipo A		
	Centro de salud básico		
	Ninguna		
7.- Tipo de vivienda:	No posee		
	Choza		
	Casa de teja y adobe		
	Casa de hormigón		
	Mixta		
8.- Ingreso mensual del agricultor (dólares):	No percibe ingresos		
	De 1 - 150		
	De 151 a 300		
	De 301 a 450		
	Mayor a 450		
9.- ¿Qué variedades de tuna cultiva en su predio?	Amarilla sin espinas		
	Amarilla con espinas		
	Blanca		
	Silvestre		

	Otras		
10.- En caso de que produzca algunas variedades de tuna, responda las siguientes preguntas:	Superficie sembrada (m²)	Producción por planta/cosecha/(kg)	
	1 a 500		1 - 10
	501 a 1000		11 - 20
	1001 a 2500		21 - 30
	2501 a 5000		31 - 40
	> de 5000		> de 40
	Costo por kg de tuna al mayorista (dólares)	Costo por kg al consumidor (dólares)	
	1,00 - 1,99		1,00-1,99
	2,00 - 2,99		2,00-2,99
	3,00 - 3,99		3,00-3,99
	4,00 - 4,99		4,00-4,99
	> de 5,00		> de 5,00
11.- Medio de comunicación e información que suele utilizar:	No posee		
	Periódico		
	Radio		
	Teléfono/celular		
	Internet		
	Más de 3 medios		
12.- Medios de transporte de la zona:	No cuenta		
	Vehículo propio		
	Bus público		
	Camionetas de alquiler		
	Otros		
13.- Actividad a la que se dedica la familia:	Ninguna		
	Agricultura		
	Ganadería		
	Comercio		
	Artesanía		
	Turismo		
14.- ¿Ha recibido capacitación de algunas de estas instituciones?	Agrocalidad		
	MAG		
	ONG's		
	GAD provincial		
	GAD parroquial		
	Instituciones educativas		
	Ninguna		
ASPECTO SOCIO-ECONÓMICO DEL PREDIO			
15.- ¿Tiene título de propiedad del predio?	Si (___) No (___)		
¿De qué forma es la tenencia de la tierra?	Sin título de propiedad		

	Con título de propiedad		
	Herencia sin registro		
	En proceso de registro		
	Posesión de la tierra		
	Alquiler de la tierra		
16.- Extensión total del terreno de uso agrícola (m ²)	1 - 1999		
	2000 - 3999		
	4000 - 5999		
	6000 - 7999		
	8000 - 9999		
	Más de 10.000		
17.- ¿Cuántas personas trabajan en su predio? (incluido usted)			
18.- ¿El rendimiento de su cultivo de tuna es?	Malo (___)	Bueno (___)	Excelente (___)
19.- Para producir tuna usted usa:	Semilla certificada (___)	Fungicidas (___)	
	Propagación vegetativa (___)	Compost (___)	
	Insecticidas (___)	Otros (___)	
	Fertilizantes (___)		
20.- Donde comercializa las tunas que obtiene de su predio:	Mercado mayorista (___)		
	Mercado local (___)		
	Centro de acopio (___)		
	Intermediarios (___)		
	Vía pública (___)		
21.- La calidad de la tuna se define por:	Tamaño (___)		
	Color (___)		
	Forma (___)		
	Sabor (___)		
22.- ¿Utiliza mano de obra contratada para producir la tuna?	Si (___)	No (___)	
23.- Número de jornaleros que trabajan (incluido usted):			
24.- ¿Cuál es el costo de un jornal? (dólares)			
25.- Tenencia de la tierra:	No posee (___)	Posee título (___)	
	Posionario (___)	Alquilado (___)	
	Herencia (___)	Al partir (___)	
26.- ¿Cuál es su nivel de satisfacción con la actividad que realiza?	Insatisfecho (___)		
	Poco satisfecho (___)		
	Satisfecho (___)		
	Muy satisfecho (___)		
FACTORES AMBIENTALES DEL PREDIO			
27.- ¿Cuenta con agua de riego permanente para su cultivo	Si (___)	No (___)	
Cuál es la forma de abastecimiento del agua:	Lluvia (___)	Reservorio (___)	
	Pozo (___)	Riego tecnificado (___)	
	Rio (___)	Canal de riego (___)	

28.- Forma de agricultura que práctica:	Convencional (___)	Orgánica (___)
29.- ¿Usa abono químico para la fertilización?	Si (___)	No (___)
30.- ¿Controla su cultivo solo con productos químicos?	Si (___)	No (___)
31.- ¿Realiza quema de rastrojos de malezas?	Si (___)	No (___)
32.- ¿Realiza aplicaciones de materia orgánica?	Si (___)	No (___)
33.- ¿Realiza rotaciones de cultivos?	Si (___)	No (___)
34.- ¿Cada que tiempo realiza la rotación de cultivos? (meses):	No realiza	
	1 – 36	
	37 – 72	
	Más de 72	
35.- ¿Utiliza extractos o repelentes caseros para combatir las plagas?	Si (___)	No (___)
36.- ¿Realiza controles biológicos en sus cultivos?	Si (___)	No (___)
37.- ¿Cuál es el mayor problema que tiene en relación a su cultivo?	Plagas	
	Enfermedades	
	Sequía	
	Nutrición	
	Comercialización	
	Malezas	
38.- ¿Existe pendientes que pueden provocar la erosión en su predio?	Si (___)	No (___)
39.- ¿Realiza obras de conservación de suelos: Terrazas, Zanjias de desviación, Canteros, etc.?		Si (___) No (___)
40.- ¿Realiza la siembra de especies forestales o nativas como cortinas rompe vientos?	Si (___)	No (___)

Fuente: El autor

Anexo 2. Resultados de la entrevista

ENTREVISTA A LOS PRODUCTORES		
1.- ¿Cuál es la principal plaga que causa problemas en su cultivo de tuna?	N° personas	%
Grana cochinilla (<i>Dactylopius indicus</i>)	2	12,5
Barrenador (<i>Laetilia coccidivora</i>)	7	43,75
Chinche gris (<i>Chelinidae tabulata</i>)	3	18,75
Picudo del nopal (<i>Cactophagus spinolae</i>)	3	18,75
Gusano de la tuna (<i>Cactoblastis cactorum</i>)	1	6,25
TOTAL	16	100
2.- ¿Cuál es la principal enfermedad que causa problemas en su cultivo?		
Mancha Negra (<i>Pseudocercospora opuntiae</i>)	1	6,25
Lágrima de espelma (<i>Fusarium sp.</i>)	5	31,25
Antracnosis (<i>Colletotrichum sp.</i>)	7	43,75
Pudriciones blandas (<i>Erwinia sp.</i>)	1	6,25
Mancha Plateada (<i>Alternaria sp.</i>)	2	12,5
TOTAL	16	100
3.- ¿Las plagas y enfermedades generan pérdidas económicas en su cultivo?		
Alta	0	0,00
Media	4	25,00
Baja	12	75,00
TOTAL	16	100,00

Fuente: El autor

Foto 1. Cultivo de tuna recién establecido



Fuente: El autor

Foto 2. Cultivo con más de 20 años en producción



Fuente: El autor

Foto 3. Presencia de pudrición blanda (*Erwinia carotovora*)



Fuente: El autor

Foto 4. Antracnosis (*Colletotrichum* sp.)



Fuente: El autor

Foto 5. Mal de oro Mancha Plateada (*Alternaria sp.* y *Capnodium sp.*)



Fuente: El autor

Foto 6. Daño por picudo del Nopal (*Cactophagus spinolae*)



Fuente: El autor