

UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE

FACULTAD INGENIERÍA AGRARIA

CARRERA INGENIERÍA AMBIENTAL



TESIS DE INVESTIGACIÓN

**“EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD DE SISTEMAS DE
PRODUCCIÓN AGRÍCOLA EN EL SECTOR SANTA ELENA DEL
DISTRITO DE CHULUCANAS PIURA-PERÚ”**

EJECUTOR (A):

Bach. CALLE JIMENEZ JUDITH MADELEYNE

ASESOR(A):

Blgo. SANDOVAL NORABUENA ALFREDO JULIAN M Sc

CHULUCANAS – 2018

DEDICATORIA

A Dios por bendecirme y ser el guía en cada paso que doy en mi vida y desarrollo profesional.

A mis Padres Orlando y Lindaura por contribuir en mi formación de manera incondicional con su amor, valores, consejos y exigencias con la única meta de hacer de mí una buena persona y profesional.

AGRADECIMIENTOS

- A cada uno de los 20 agricultores del sector Santa Elena por su aprecio, confianza y apoyo para el desarrollo de cada etapa de la investigación. Mi estima y afecto para ellos, sin su apoyo no hubiera sido posible la realización de mi tesis.
- A mi asesor Alfredo Sandoval por sus conocimientos y apreciaciones críticas para la ejecución y conclusión de mi tesis.
- A mis hermanos, tíos y tías que me apoyaron y me siguen apoyando en todo momento de manera incondicional.
- A cada uno de los profesores de la UCSS que compartieron sus conocimientos y contribuyeron en mi formación profesional.
- A mis grandes amigas y amigos por sus ánimos, consejos y momentos compartidos a lo largo de nuestra formación profesional.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
CARÁTULA	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
ÍNDICE GENERAL	iv
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE APÉNDICES	ix
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCCIÓN	xiii
CAPÍTULO I: REVISIÓN DE LA LITERATURA	1
1.1. ANTECEDENTES	1
1.1.1 Evaluación de Sistemas Agrícolas:	1
a. México	1
b. Honduras	2
c. Colombia	3
d. Ecuador	4
e. Argentina	4
f. Perú	5
1.2. BASES TEÓRICAS	7
1.2.1 Sistemas Agrícolas	7
1.2.2 Sustentabilidad	14
1.2.3. Agricultura Sustentable	14
1.2.4 Evaluación de Sustentabilidad	17

CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS	21
2.1 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	21
2.1.1 Lugar y Fecha	21
2.1.2 Población y Muestra	22
2.1.3 Tipo y Método de Investigación	24
2.1.4 Descripción de la Investigación de Campo	25
2.1.5 Identificación de Variables y su Mensuración	32
2.2 MATERIALES Y EQUIPOS	32
2.2.1 Materiales	32
2.2.2 Equipos	33
2.3 ANÁLISIS DE DATOS	33
CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIONES	37
3.1. RESULTADOS	37
3.1.1 Descripción de Predios Agrícolas con Sistema de Producción Convencional.	37
a. Predio SSE01	38
b. Predio SSE02	39
c. Predio SSE03	40
d. Predio SS04	42
e. Predio SSE05	43
f. Predio SSE06	44
g. Predio SSE07	45
h. Predio SSE08	46
i. Predio SSE09	48
j. Predio SSE10	49
k. Predio SSE11	50
l. Predio SSE12	51
m. Predio SSE13	52
n. Predio SSE14	53
o. Predio SSE15	54
p. Predio SSE16	55

q. Predio SSE17	57
r. Predio SSE18	58
3.1.1.1 Diagrama de Flujo del Sistema de Producción Convencional.	59
3.1.2. Descripción de Predios Agrícolas con Sistema de Producción Orgánico.	61
a. Predio SSE19	61
b. Predio SSE20	63
3.1.2.1 Diagrama de Flujo del Sistema de Producción Orgánico.	64
3.1.3. Evaluación de Sustentabilidad	65
a. Evaluación Ecológico-Ambiental	66
b. Evaluación Económica.	70
c. Evaluación Social.	73
d. Sustentabilidad Orgánico- Convencional	76
e. Sustentabilidad	76
f. Manejo de Residuos Sólidos Agrícolas.	80
3.2 DISCUSIONES	81
3.2.1. Evaluación de Sustentabilidad	81
a. Evaluación Ecológico-Ambiental	81
b. Evaluación Económica.	83
c. Evaluación Social.	84
d. Sustentabilidad Promedio	86
CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES	87
CAPÍTULO V: RECOMENDACIONES	89
CAPÍTULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	91
TERMINOLOGÍA	97
APÉNDICES	99

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación del contenido de Materia Orgánica y nutrientes del suelo según su disponibilidad	12
Tabla 2. Área según predios agrícolas muestreados	24
Tabla 3. Aspectos de sustentabilidad a evaluar, indicadores y ponderación	28
Tabla 4. Sustentabilidad ecológico ambiental de predios agrícolas con sistema de producción convencional	66
Tabla 5. Sustentabilidad promedio del aspecto ecológico ambiental de predios agrícolas con sistema de producción convencional	68
Tabla 6. Sustentabilidad del aspecto ecológico ambiental de predios agrícolas con sistema de producción orgánico	69
Tabla 7. Sustentabilidad promedio del aspecto ecológico ambiental de predios agrícolas con sistema de producción orgánico	69
Tabla 8. Evaluación del aspecto económico de sustentabilidad por predio agrícola-convencional	70
Tabla 9. Evaluación promedio del aspecto económico de sustentabilidad de predios agrícolas-convencionales	71
Tabla 10. Evaluación del aspecto económico de sustentabilidad de predios orgánicos	72
Tabla 11. Evaluación del aspecto económico de sustentabilidad de predios orgánicos	73
Tabla 12. Evaluación del aspecto social de sustentabilidad de predios convencionales	74
Tabla 13. Evaluación promedio del aspecto social de sustentabilidad de predios convencionales	75
Tabla 14. Evaluación del aspecto social de sustentabilidad de predios orgánicos	75
Tabla 15. Evaluación promedio del aspecto social de sustentabilidad de predios orgánicos	76
Tabla 16. Sustentabilidad promedio por modelo agrícola	76
Tabla 17. Sustentabilidad por predio agrícola del sector Santa Elena	77
Tabla 18. Sustentabilidad promedio del sector Santa Elena	79
Tabla 19. Área de predios agrícolas del sector Santa Elena y sustentabilidad alcanzada	80

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Representación esquemática de los sistemas de producción agropecuaria.	8
Figura 2. Ubicación geográfica del área de estudio.	22
Figura 3. Diagrama de flujo del sistema agrícola convencional del sector Santa Elena.	60
Figura 4. Diagrama de flujo del sistema agrícola orgánico del sector Santa Elena.	65
Figura 5. Sustentabilidad por predio agrícola del sector Santa Elena.	78
Figura 6: Sustentabilidad general del sector Santa Elena.	79
Figura 7. Manejo de los residuos sólidos agrícolas en el sector Santa Elena.	81
Figura 8. Sustentabilidad promedio del aspecto ambiental de predios agrícolas convencionales y orgánicos.	82
Figura 9. Sustentabilidad promedio del aspecto económico de predios agrícolas convencionales y orgánicos.	84
Figura 10. Sustentabilidad promedio del aspecto social de predios agrícolas convencionales y orgánicos.	85

ÍNDICE DE APÉNDICES

Apéndice 1. Predios agrícolas estudiados.	99
Apéndice 2. Modelo de entrevista utilizada para el recojo de información en el sector Santa Elena.	100
Apéndice 3. Toma de muestras de suelo.	102
Apéndice 4. Análisis de fertilidad del suelo para el predio SSE01.	103
Apéndice 5. Análisis de fertilidad del suelo para el predio SSE02	103
Apéndice 6. Análisis de fertilidad del suelo para el predio SSE03.	104
Apéndice 7. Análisis de fertilidad del suelo para el predio SSE04.	104
Apéndice 8. Análisis de fertilidad del suelo para el predio SSE05.	105
Apéndice 9. Análisis de fertilidad del suelo para el predio SSE06.	105
Apéndice 10. Análisis de fertilidad del suelo para el predio SSE07	106
Apéndice 11. Análisis de fertilidad del suelo para el predio SSE08.	106
Apéndice 12. Análisis de fertilidad del suelo para el predio SSE09.	107
Apéndice 13. Análisis de fertilidad del suelo para el predio SSE10.	107
Apéndice 14. Análisis de fertilidad del suelo para el predio SSE11.	108
Apéndice 15. Análisis de fertilidad del suelo para el predio SSE12.	108
Apéndice 16. Análisis de fertilidad del suelo para el predio SSE13.	109
Apéndice 17. Análisis de fertilidad del suelo para el predio SSE14.	109
Apéndice 18. Análisis de fertilidad del suelo para el predio SSE15.	110
Apéndice 19. Análisis de fertilidad del suelo para el predio SSE16.	110
Apéndice 20. Análisis de fertilidad del suelo para el predio SSE17.	111
Apéndice 21. Análisis de fertilidad del suelo para el predio SSE18.	111
Apéndice 22. Análisis de fertilidad del suelo para el predio SSE19.	112
Apéndice 23. Análisis de fertilidad del suelo para el predio SSE20.	112
Apéndice 24. Diagrama triangular para determinar la textura del suelo clasificación U.S.D.A.	113

Apéndice 25. Estadísticos del aspecto ecológico ambiental de los predios convencionales.	113
Apéndice 26. Estadísticos del aspecto ecológico ambiental de los predios orgánicos.	114
Apéndice 27. Estadísticos del aspecto económico de los predios convencionales.	114
Apéndice 28. Estadísticos del aspecto económico de los predios orgánicos.	115
Apéndice 29. Estadísticos del aspecto social y cultural de los predios convencionales.	115
Apéndice 30. Estadísticos del aspecto social y cultural de los predios orgánicos.	116
Apéndice 31. Estadísticos de sustentabilidad promedio del sector Santa Elena.	117

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar la sustentabilidad de los sistemas productivos agrícolas del sector Santa Elena del distrito de Chulucanas, se seleccionaron veinte sistemas de producción agrícola del sector y, mediante entrevistas, encuestas y análisis de suelo aplicado a cada predio agrícola, se describió y elaboró diagramas de flujo de acuerdo al sistema de producción identificado. Posteriormente, se midió la sustentabilidad haciendo uso de indicadores para el aspecto ambiental, económico y social; los que fueron estandarizados en rangos de valores de 1 a 5 donde el indicador más bajo (1) representó una situación crítica y el más alto (5) una sustentabilidad ideal. La ponderación se realizó de acuerdo al nivel de significancia de cada indicador para la sustentabilidad del sistema. Los datos fueron procesados mediante fórmulas de evaluación de sustentabilidad. Se identificó y evaluó dos modelos de sistemas de producción: convencional y orgánico, obteniendo una mayor sustentabilidad los sistemas de producción orgánico con un valor de 3.56. Además, se promedió los valores de los veinte predios estudiados, alcanzando un valor de 2.66, con debilidades en el aspecto ambiental (2.17), una mayor sustentabilidad económica (3) y sustentabilidad social y cultural (2.82). La investigación demuestra deficiencias de los productores para el manejo sustentable de la agricultura en el sector Santa Elena, en especial los productores convencionales para el aspecto ambiental. Su evaluación es de suma importancia, para identificar puntos críticos relacionados al manejo del predio agrícola y hacer una agricultura resiliente frente a fluctuaciones de temperatura y variación de precipitaciones, situaciones que ocasionan insustentabilidad al sistema.

Palabras Claves: sustentabilidad, indicador, agroecosistemas, agricultura sostenible, desarrollo sostenible.

ABSTRACT

In order to assess the sustainability of agricultural production systems, sector Santa Elena of Chulucanas district, we selected twenty agricultural production systems in the sector and, through interviews, surveys and soil analysis applied to each agricultural land; it was described and elaborated flow charts according to the identified production system. Subsequently, measured sustainability using indicators for the environmental, economic and social aspect; which were standardized in ranges of values from 1 to 5 where the indicator (1) lower represented a critical situation and the highest (5) an ideal sustainability. The weighting was performed according to the level of significance of each indicator for the sustainability of the system. The data were processed using formulas for evaluation of sustainability. Identified and evaluated two models of production systems: conventional and organic, obtaining a greater sustainability of organic production with a 3.56 value systems. In addition, are averaged values of the twenty pilot sites studied, reaching a value of 2.66, with weaknesses in the environmental aspect (2.17), (3) greater economic sustainability and social sustainability and cultural (2.82). Research Elena, shows shortcomings of the producers for the sustainable management of the agriculture sector Santa especially conventional producers for the environmental aspect. Its evaluation is paramount, to identify critical points related to the management of the agricultural land and agriculture resilient to fluctuations of temperature and precipitation variation, situations that cause unsustainable to the system.

Keywords: sustainability, indicator, agro-ecosystems, sustainable agriculture, sustainable development.

INTRODUCCIÓN

La agricultura es considerada por la mayoría de las personas, tanto por especialistas en la materia como en las que no lo son, como la actividad primordial en la sociedad y que representa un porcentaje de aceptación para lograr el sustento de las urbes. La base para este sustento de presentes y futuras generaciones, hacen posible un desarrollo sostenible, por ende, es un tema que se está abordando mucho actualmente, y que urge de una correcta aplicación. Así, la agricultura está directamente relacionada con este enfoque, pues está comprobado que a lo largo de la historia siempre fue una de las principales actividades de soporte de la población a nivel mundial. Por ello, es necesario que se brinden diversos aportes relacionados al agro para el aprovechamiento sustentable de los recursos, pues, en la actualidad estos son explotados de forma incorrecta que con el pasar del tiempo y la variabilidad climática afectará el bienestar de las generaciones venideras.

La sustentabilidad agrícola es un eje principal de la humanidad y que actualmente está siendo afectada por las diversas formas de explotación insostenible que deterioran la calidad del suelo haciéndolo infértil, contribuyendo con esto, a la pérdida de su diversidad y nutrientes. Esto a su vez, repercute directamente en la calidad y cantidad de la producción agrícola, logrando de esta manera el ámbito económico no sustentable, lo que afecta directamente el bienestar del productor. Es por ello que se requiere realizar una evaluación de la sustentabilidad en el aspecto ambiental, económico y social bajo un espacio local (Galván y Miyoshi et al., 2008, citado por Varela, 2010, p 19).

La presente tesis desarrolló un estudio que se realizó en el sector Santa Elena, del distrito de Chulucanas, caracterizado por ser un lugar, en su mayoría, de producción agrícola convencional y donde esta labor es el principal sustento económico de la población. En la actualidad, esta actividad productiva se ha tornado insostenible ambiental, económica y socialmente, debido a que está presentando una disminución en la producción, rendimiento y diversificación de la agricultura, convirtiéndose con el paso de los años en monocultivos, y haciendo de los predios más dependientes a fertilizantes químicos y plaguicidas. Esto

indirectamente nos lleva a la degradación de los recursos y afectación de la diversidad, generando así, impactos negativos con mayor incidencia, llegando al desarrollo de una agricultura no sustentable.

Los pequeños productores agrícolas necesitan identificar los aspectos críticos en el manejo de sus predios y estar preparados ante las variabilidades climáticas, debido a que la agricultura es enormemente vulnerable y la variabilidad de las temperaturas ocasionará la disminución de producción de cultivos deseados, a la vez aumenta la incidencia de plagas y enfermedades. Las fluctuaciones de las precipitaciones aumentan las probabilidades de fracaso de cosechas a corto plazo y de reducción de la producción a largo plazo (Nelson et al, 2009).

El mango y el limón son cultivos preponderantes y de sustento del sector, y a la vez vulnerables ante variabilidades climáticas como aumento de temperatura y régimen pluvial y un aumento o disminución de estos factores, ocasionaría una serie de impactos negativos que afecta directamente al pequeño agricultor, el cual no está preparado para manejarlos, generándose así a una insustentabilidad ambiental, económica y social de los sistemas agrícolas.

Ante ello el estudio tiene por objetivos

1. Objetivo principal:

- Evaluar la sustentabilidad de los sistemas productivos agrícolas del sector Santa Elena del distrito de Chulucanas.

2. Objetivos específicos:

- Identificar los tipos de procesos agrícolas realizados en los sistemas productivos del sector Santa Elena en el distrito de Chulucanas.
- Evaluar la sustentabilidad a los sistemas agrícolas mediante el uso de indicadores en los aspectos ecológico ambiental, económico y sociocultural en el sector Santa Elena en el distrito de Chulucanas.

CAPÍTULO I: REVISIÓN DE LA LITERATURA

1.1. ANTECEDENTES

En la actualidad se están llevando a cabo una serie de investigaciones en América Latina acerca de los sistemas agrícola con la finalidad de medirlos, describirlos y conocer su comportamiento, de que están compuestos y como es su relación con el medio que lo rodea haciendo uso de indicadores.

A continuación un recorrido por diferentes experiencias de evaluación de sistemas agrícolas en diversos países:

1.1.1 Evaluación de Sistemas Agrícolas:

a. México

Un estudio realizado en la península de Yucatán en México se hizo una evaluación de la sustentabilidad a un sistema milpero (policultivo comprendido por la asociación de maíz, camote, calabaza y varios tipos de leguminosas) amenazado por el acortamiento del tiempo de descanso de las tierras de cerca de 20 a menos de 7 años, la reducción de la diversidad de cultivos, uso de fertilizantes químicos y semillas híbridas. Se evaluó tomando en cuenta el Método MESMIS (Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de recursos naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad); obteniendo en el aspecto ambiental, como resultado una buena eficiencia del sistema ecológico, debido a que existe un uso eficiente del espacio y la diversidad de cultivos con los que cuentan, en cuanto a estabilidad posee

unos suelos ricos en actividad microbiana y buen contenido de P y K dando como resultado que la fertilidad del suelo es buena pero existen cierta debilidad ante amenazas de afuera del sistema. En el aspecto sociocultural se conserva un fuerte nivel de autonomía política y organización para el manejo del sistema productivo. En el área económica se evaluó la rentabilidad dando como resultado que existe una baja inversión y bienestar. El sistema Milpero se ha ido adaptando al cambio del contexto sociocultural, económico y ambiental (Moya et al., 2003).

En San Pablo Actipan, Tepeaca, Puebla se realizó un análisis con el enfoque agroecológico utilizando indicadores de sustentabilidad a sistemas agrícolas con pequeño riego, que usan agua de pozos profundos. Para ello se realizó un estudio comparando dos sociedades de riego tomando uno de referencia y otro de alternativo, El Chamizal y Lázaro Cárdenas respectivamente. Se definieron 12 indicadores de sustentabilidad, obteniendo que la sustentabilidad es mayor en el sistema de referencia que en el alternativo, esto debido a que El Chamizal mantiene siete de los indicadores seleccionados, con valores de sustentabilidad alta, dos en un estado medio, y tres en estado bajo. Los resultados demuestran que el sistema de referencia es el más sustentable pero en el aspecto ecológicos es bajos; mientras que en el aspecto económicos los valores son altos (Neri et al., 2008).

b. Honduras

Según Duarte (2005), en un estudio sobre el análisis de la sostenibilidad de fincas productoras de café en sistemas agroforestales orgánicos y convencionales en Honduras, mediante la estratificación de fincas, según el área de cultivo y tipo de sistema de producción, las características socioeconómicas y ecológicas de las fincas difieren con el tamaño de la finca y el sistema de manejo adoptado. Las fincas grandes con sistema de producción convencional presentan mayor estabilidad económica y menor estabilidad ecológica de la producción, a comparación de las fincas pequeñas convencionales que presentan en general baja rentabilidad y

vulnerabilidad frente al cambio del precio del producto y fragilidad del sistema de carácter ecológico principalmente, debido a la utilización intensa de agroquímicos, los cuales contribuyen para la disminución de la biodiversidad, contaminación del suelo y el agua.

c. Colombia

En la sabana de Bogotá se evaluó la sustentabilidad en fincas agroecológicas haciendo uso de indicadores desarrollados por los agricultores, para ello se realizó una caracterización de 29 fincas en 15 municipios bajo tres pisos térmicos con un porcentaje de 48.2 por ciento en frío húmedo transicional seco, las cuales utilizan diversos mecanismos de producción con la finalidad de mantener la biodiversidad, fertilidad edáfica y la protección de los cultivos de hortalizas en su mayoría. Se evaluaron mediante el uso de indicadores a 10 fincas, dichos indicadores fueron estandarizados obteniendo como resultado una sustentabilidad alta con valores entre 8.39 y 9.13, sostenibilidad media con valores entre 6.30 y 7.00 y para la sostenibilidad baja valores entre 4.35 y 5.35. Los resultados indican un manejo de la agrobiodiversidad, calidad de suelo, recursos naturales y hace énfasis en el conocimiento tradicional, organización y la sostenibilidad del aspecto económico (Varela, 2010).

En un estudio Loaiza, Carvajal y Ávila (2014), evaluaron la integridad agroecológica de predios de la microcuenca centella, tomando en cuenta el manejo de suelos y coberturas de agua, de residuos sólidos, aspectos socio-económicos y político-institucionales, se utilizaron 13 indicadores entre los que destaca el manejo de suelos y coberturas debido a la mayor cantidad de indicadores porque constituye un aspecto que da cuenta de la estructura y dinámica del sistema. El 93 por ciento de los predios, poseen sistemas productivos agrícolas sustentables. En estos, se destaca la recurrencia de prácticas sustentables de manejo de agua y de residuos

sólidos domésticos y de cosecha, con valores de integridad aceptables en el 81 y 100 por ciento de los predios.

d. Ecuador

En Portoviejo-Ecuador se llevó a cabo un estudio para evaluar el índice de sustentabilidad general mediante la aplicación de indicadores en los sistemas agrícolas de Limón (*Citrus aurantiaca* (L.) Swingle), cacao (*Theobroma cacao* L.) y Bambú (*Guadua angustifolia* Kunth). Se obtuvo un índice general de limón de 3 pero se tiene una baja sustentabilidad económica donde los subindicadores de comercialización y diversificación de productos alcanzaron valores de 1 a 2, un resultado similar fue el de la dimensión ecológica y con valores máximos alcanzo la sustentabilidad en la dimensión sociocultural. El cacao consiguió un valor general de sustentabilidad de 3.15 donde los subindicadores del aspecto económico alcanzaron niveles bajos y el aspecto ambiental y social obtuvo niveles altos cercanos a 4. El Bambú logro una sustentabilidad de 3.39, con valores bajos en la dimensión económica y altos en la dimensión ecológica y sociocultural. Los valores alcanzados fueron mayores a 2, es por ello que se considera a los tres sistemas como sustentables (Palomeque, 2016).

e. Argentina

Un estudio que se realizó en Argentina en la provincia de Misiones donde se evaluó la sustentabilidad a dos sistemas productivos: uno diversificado y otro cafetalero. Los resultados mostraron valores positivos de sustentabilidad económica para el sistema tabacalero pero no ambiental y social, en cambio el diversificado obtuvo valores significativos para una sustentabilidad ambiental y social. El sistema cafetalero con una proyección de 10 años de producción no muestra una mayor

rentabilidad económica respecto al diversificado y con el pasar de los años este se mostraría no sustentable y rentable (Suarez, 2003).

f. Perú

En la selva alta de Perú se tipificó a los productores y se evaluó la sostenibilidad de ocho cultivos tropicales utilizando índices prácticos para la calidad del suelo y el desarrollo de los cultivos, utilizó una estandarización de 0 a 10 y se consideró la participación de cada productor. Los resultados muestran que el cultivo de té alcanzó un valor de 6.65 y el mango un valor de 6.50 considerados como los más altos de sostenibilidad, a estos resultados le sigue el del café con un valor de 6.25, el cacao con 6.25, cítricos 5.50, plátano 5.45 y coca 5.10. La papaya alcanzo un valor de 4.60 considerado como no sustentable (Merma & Julca, 2012).

En un ámbito similar se evaluó la sustentabilidad de los sistemas de cultivo con yuca en la Subcuenca de Santa Teresa, Cusco. Se caracterizó y evaluó la sustentabilidad estableciendo rangos de evaluación mediante el uso de indicadores de sustentabilidad y valoración de tres dimensiones: ambiental, social y económico. En la dimensión ambiental, se mostró una sustentabilidad ambiental baja con un valor de 3.02. La dimensión económica, indica una sustentabilidad económica intermedia con un valor de 3.6. El ámbito social es altamente sustentable con un valor de 4.3 y demuestra una mejor calidad de vida. Las condiciones evaluadas para la sustentabilidad ambiental, económica y social, refieren un nivel de sustentabilidad intermedio por la preponderancia de indicadores que se orientan a la conservación y mejor aprovechamiento de los recursos productivos con prácticas agroecológicas (Meza & Julca, 2015).

Ayora (2015), en un estudio realizado en la cuenca media y baja del río Supe en Barranca. Se determinó atributos socioeconómicos y técnico-productivos a cultivos

de maíz amarillo duro, caña de azúcar, palto, maracuyá maíz morado, y ají páprika. Se evaluó la sustentabilidad de 18 fincas en los cuales se aplicó indicadores de sustentabilidad para el aspecto ambiental económico y sociocultural en una escala de 0 a 4 además aplicaron indicadores prácticos que estiman la calidad del suelo y con la participación del agricultor se calificó con una escala de 1 a 10 para cada indicador, luego se obtuvo los promedios para cada cultivo. Se obtuvo como resultado un índice de sustentabilidad variado, logrando una sustentabilidad los cultivos de maíz amarillo duro, caña de azúcar y palto. La calidad del suelo determinó valores superiores al umbral mínimo de 5, a excepción del ají Párika.

En Piura se realizó la evaluación de sustentabilidad a productores de café orgánico a través de la medición de eficiencia económica que influya en variables ambientales como el balance de nutrientes y el uso de agua agrícola mediante el método de frontera estocástica de producción, para la evaluación se consideró 160 observaciones, dispersas entre 60 productores convencionales y 100 productores orgánicos. Obteniendo una eficiencia técnica de 64 por ciento de café convencional y 63 por ciento de café orgánico. Para el café convencional se consideró tres variables como son fertilizantes, mano de obra y agua, en cambio para el café orgánico incluye sólo mano de obra y agua. En base al aspecto de valoración económica de variables ambientales se consideró el uso de agua y balance de nutrientes. Se obtuvo como resultado un incremento de costos para producción en sistemas orgánicos en respecto al costo de producción de sistemas convencionales. Con respecto a beneficios los ingresos netos de los productores orgánicos son mayores que los ingresos netos de los productores convencionales. En la eficiencia económica se evaluaron cuatro escenarios, considerando dos escenarios de costos totales con y sin variables ambientales, teniendo como resultado una eficiencia económica ligeramente mayor sin considerar las variables ambientales. En otros escenarios se evaluó los costos netos con y sin variables ambientales obteniendo que la eficiencia económica para productores orgánicos es mayor, también se evaluó un escenario con ingresos netos sin variables a precios de café convencional teniéndose

como resultado una eficiencia económica igual para ambos tipos de productores. Por último, se evaluó los ingresos netos con variables ambientales a precios de café convencional dando como resultado que la eficiencia económica de productores orgánicos es mayor a la de los productores convencionales, demostrándose de esta manera, que no existe una diferencia mayor entre la eficiencia económica de ambos tipos de producción pero según los tipos de producción el orgánico resultó más sustentable (Alvarado, 2014).

1.2. BASES TEÓRICAS

1.2.1 Sistemas Agrícolas

Los sistemas agrícolas son la integración de diferentes actividades agrícolas propias de cada productor pero con características similares en el ámbito ecológico, social y económico y la realización de un análisis abarca a un gran número de familias (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura [FAO], 2001).

El sistema agrícola es un conjunto e interacciones de componentes ecológicos, materiales, productos y tecnologías aplicadas con el fin de obtener alimentos y servicios (Tapia y Fries, 2007, p.13). Los componentes biofísicos y socioeconómicos de un sistema agrícola se agrupan en recursos naturales, físicos, financieros, humanos y sociales (Dixon, Gulliver y Gibbon, 2001, p.4).

La organización de las Naciones Unidas para la Agricultura- FAO realizó una descripción esquemática de los sistemas de producción agropecuaria. Definió los diferentes factores externos e internos del sistema, que influyen en la toma de

decisiones en materia de consumo y producción, dentro de un sistema agrícola (ver Figura 1).

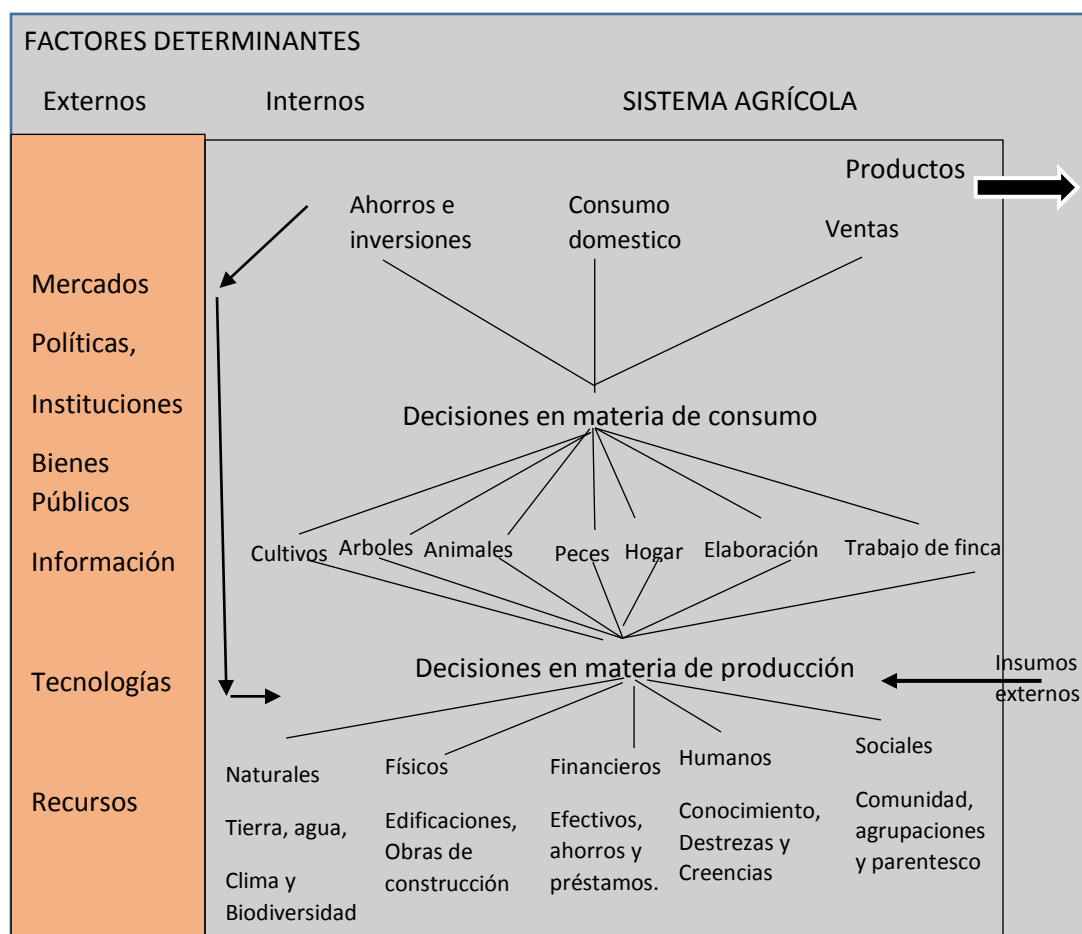


Figura 1. Representación esquemática de los sistemas de producción agropecuaria.

Fuente: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (2003)

Uno de los problemas más comunes que afectan a los sistemas agrícolas es la inestabilidad y susceptibilidad de los agroecosistemas a las plagas, en gran parte debido a la adopción de monocultivos, los cuales concentran recursos para los herbívoros especializados y aumentan las áreas disponibles para la inmigración de plagas (Altieri & Nicholls, 2000, p.115).

Los sistemas de cultivo diversificado contienen recursos específicos para realizar un control biológico eficiente de las plagas. Los recursos son derivados de la diversidad vegetal. Estos sistemas se pueden manipular ya sea sustituyendo o aumentando la diversidad a los sistemas existentes, haciendo que el hábitad cambie con la finalidad de aumentar y hacer más eficaces a los enemigos naturales. (Van den Bosh y Telford, 1964; Altieri y Letourneau, 1982; Powell, 1986 citado por Altieri y Nicolls, 2009).

La diversidad del sistema proporciona hospedadores/presa alternativos ante la escasez del fitófago plaga, alimento (polen y néctar) para parasitoides adultos y depredadores, refugios para la nidación y otras fases, manteniendo poblaciones aceptables del fitófago durante períodos extensos para asegurar la supervivencia continua de los insectos beneficiosos (van den Bosh y Telford, 1964; Altieri y Letourneau, 1982; Powell, 1986 citado por Altieri y Nicolls, 2009).

Se detectan una serie de “enfermedades ecológicas” asociadas a la intensificación de la producción agrícola. Estas se pueden agrupar en dos categorías: Enfermedades del ecotopo, las cuales incluyen erosión, pérdida de fertilidad del suelo, agotamiento de las reservas de nutrientes, salinización y alcalinización, contaminación de los sistemas de aguas, etc. Por último en enfermedades de la biocenosis, que incluyen pérdida de agrobiodiversidad y recursos genéticos, eliminación de enemigos naturales, reaparición de plagas, resistencia a los plaguicidas y destrucción de los mecanismos de control natural (Altieri & Nicholls, 2000, p.116).

a. Sistemas de Policultivos

Los policultivos pueden comprender combinaciones de cultivos anuales con otros anuales, anuales con perennes o perennes con perennes. Los cereales pueden cultivarse asociados a leguminosas y los cultivos de raíces asociados a frutales. Los policultivos se pueden sembrar en forma espaciada, desde la

combinación simple de dos cultivos en hileras intercaladas hasta asociaciones complejas de doce o más siembras entremezcladas (Altieri et.al, 1999, p.191).

Altieri et.al. (1999) define las ventajas de producción de un policultivo:

- Mayor rendimiento en la siembra de una determinada área sembrada como policultivo que de un área destinada a monocultivo (p.192).
- Los altos valores de equivalencia de la tierra para combinaciones de cultivos con diferentes períodos de madurez, sobreestiman la aparente eficacia del uso de los policultivos, dado que varias siembras de corta duración se podrían cultivar secuencialmente con el mismo período de duración de un policultivo. (p.193).
- La rentabilidad económica de los policultivos de un área puede ser mayor que la de los monocultivos que crecen en un área similar. (p.193).
- Una mayor estabilidad de la producción, en un estudio de Trenbath (1983) citado por Altieri et.al (1999) demostró que para una determinada área de tierra, la probabilidad de que una familia deje de producir las calorías suficientes para subsistir es menor cuando esta área se encuentra sembrada con un policultivo de sorgo/guandu que cuando lo está con los mismos componentes, pero éstos como monocultivo (p. 194).

b. Producción Agrícola Orgánica

Altieri et.al. (1999) definió la agricultura orgánica como:

Es un sistema productivo que excluye el uso total de fertilizantes y pesticidas sintéticos para el manejo del predio. Evita el uso de sustancias químicas de origen comercial, con la finalidad de utilizar recursos obtenidos en el mismo sistema o a su alrededor, como energía solar y eólica, fijación de nitrógeno de forma biológica, control biológico de plagas, y nutrientes generados a partir de la materia orgánica y reserva del suelo (p.165).

Una agricultura orgánica se fundamenta en una rotación máxima de cultivos, rastrojos vegetales, abono animal, leguminosas, abonos verdes, desechos orgánicos externos al predio, cultivo mecanizado, rocas fosfóricas, y aspectos de control biológico de plagas con miras a la mantención de la fertilidad del suelo y su estructura; suministro de vegetales y el control de los insectos, malezas y otras plagas (p.165).

c. Producción Agrícola Convencional

La producción agrícola convencional hace uso extensivo de fertilizantes y pesticidas químicos en sus prácticas agrícolas, no es autosuficiente debido al uso de productos comerciales para el manejo del predio. Un sistema con producción agrícola convencional hace uso de una mayor cantidad de energía comparado con sistema orgánico, debido a la dependencia de productos petroquímicos (Altieri et.al, 1999, p.191).

Este modelo agrícola ocasiona diversos daños debido a la contaminación de aguas y medio ambiente, infertilidad del suelo, expansión de la deforestación, por el uso intensivo de químicos, fertilizantes sintéticos, uso de transgénicos, combustibles, y agrotóxicos usados descontroladamente. (Ortega, 2009).

d. Suelo Agrícola

Los procesos hídricos, químicos y bióticos del suelo interactúan entre si y forman una unidad que puede ser denominada “sistema suelo” (Hart, 1985, p.79).

El suelo agrícola es muy importante para el mantenimiento y sustento del sistema agrícola ya que es el soporte de todas las actividades de predio y la calidad del suelo depende de tres factores: Productividad del sistema agrícola manteniendo las propiedades físicas, químicas y biológicas, calidad ambiental dependiendo de la capacidad del suelo para mitigar posibles daños dentro y fuera del sistema y salud del suelo para la producción de alimentos inocuos (Según Arshad y Coen, 1992; Parr et al., 1992; Doran y Parkin, 1994, citado por Astier, Maass, Etcheverst, 2002, p. 609) .

Un suelo fértil mantiene los aspectos físicos, químicos y biológicos y a la vez provee de agua y nutrientes a las plantas. (Astier et al., 2002, p. 607). En la Tabla 1 se observa el contenido de materia orgánica, nitrógeno, fosforo y potasio disponible para una clasificación del suelo según su disponibilidad.

Tabla 1

Clasificación del contenido de Materia Orgánica y nutrientes del suelo según su disponibilidad.

	Materia Orgánica	Nitrógeno Disponible	Fósforo Disponible	Potasio Disponible
Clasificación	%	%	ppm P	Ppm K
Bajo	< 2.1	< 0.1	< 7.1	< 100
Medio	2- 4	0.1-0.2	7.0-14.0	100-240
Alto	>4.0	>0.2	> 14.0	> 240

Fuente: Instituto Nacional De Innovación Agraria (2016).

El reciclaje de la materia orgánica, para la calidad del suelo es de suma importancia, se da por la incorporación de los residuos de cosecha, los cuales sufren diferentes procesos para la transformación de los nutrientes a través de procesos de mineralización mediante reacciones de oxidación y reducción. Estos procesos se ven favorecidos por ciertas condiciones de humedad, temperatura y pH, además de la profundidad del suelo y la aireación. La materia orgánica está conformada por compuestos ricos en carbono, nitrógeno, fósforo y agua (Ferrera & Alarcon, 2001, p. 178).

La materia orgánica puede transformarse por procesos de composteo y vermicomposteo, para ello se hace uso de ciertas lombrices de tierra (*Eisenia foetida*, *E. Andrei*, etc.) una vez que el material ha sido precompostado. Dichos procesos son esenciales para generar abonos agrícolas (Ferrera & Alarcon, 2001, p. 178).

La materia orgánica con altos niveles de nitrógeno permite el desarrollo de una mayor mineralización del sustrato. En una situación contraria del contenido de nitrógeno, la descomposición de materia orgánica es menor y el proceso de mineralización dependerá de fuentes nitrogenadas (Ferrera & Alarcon, 2001, p. 177).

La quema de residuos agrícolas limita al suelo de materia orgánica beneficiosa, debido a que reduce el material energético favorable para los organismos del suelo y ocasiona una disminución del manejo ecológico de plagas enfermedades, malezas y biomasa microbiana (Collins et al., 1992 citado por Altieri et.al., 1999, p.302).

1.2.2 Sustentabilidad

La sustentabilidad es la administración adecuada de los recursos naturales frente a posibles cambios, con el fin de garantizar la permanencia de ellos en beneficio de las generaciones presentes y futuras. Las principales actividades agrícolas enfocadas en el desarrollo sustentable conservan el suelo, agua, plantas y animales, enfocada a un aprovechamiento ambiental, económico y social sostenible (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (1991) citado por Bolívar 2011).

Capacidad del agroecosistema para mantener la productividad a través del tiempo, superando los cambios ecológicos y socioeconómicos, manteniendo el equilibrio de los factores ambientales, manejo del predio y producción. Dichos factores variarían de acuerdo al lugar y el tipo de cultivo (Altieri & Nicholls, 2000, p 24).

1.2.3. Agricultura Sustentable

La agricultura sustentable aprovecha y conserva los recursos del agroecosistema garantizando su permanencia para las generaciones presentes y futuras, es por ello que Sarandón et al., (2006) citado por Sarandón y Flores (2014, p 52) la define como *“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”*.

Según Altieri y Nicholls (2000) para enfatizar la sustentabilidad ecológica de largo plazo en lugar de la productividad de corto plazo, el sistema de producción debe:

- Reducir el uso de energía y recursos y regular la inversión total de energía para obtener una alta relación de producción/inversión.
- Reducir las pérdidas de nutrientes a través de la contención efectiva de la lixiviación, escurrimiento, erosión y mejorar el reciclado de nutrientes, mediante la utilización de leguminosas, abonos orgánicos, compostaje y otros mecanismos efectivos de reciclado.
- Estimular la producción local de cultivos adaptados al conjunto natural y socioeconómico.
- Sustentar una producción neta deseada mediante la preservación de los recursos naturales, esto es, mediante la minimización de la degradación del suelo
- Reducir los costos y aumentar la eficiencia y viabilidad económica de las fincas de pequeño y mediano tamaño, promoviendo así un sistema agrícola diverso y flexible.

Desde el punto de vista de manejo, los componentes básicos de un agroecosistema sustentable incluyen:

- Cubierta vegetal como medida efectiva de conservación del suelo y el agua, mediante el uso de prácticas de labranza cero, cultivos con *mulches*, uso de cultivos de cobertura, etc.
- Suplementación regular de materia orgánica mediante la incorporación continua de abono orgánico, compostaje y promoción de la actividad biótica del suelo.
- Mecanismos de reciclado de nutrientes mediante el uso de rotaciones de cultivos, sistemas de mezclas cultivos/ganado, sistemas agroforestales y de intercultivos basados en leguminosas, etc.
- Regulación de plagas asegurada mediante la actividad estimulada de los agentes de control biológico, alcanzada mediante la manipulación de la biodiversidad y por la introducción y conservación de los enemigos naturales.

a. Principios para una Agricultura Sustentable:

Los principios según la FAO (2015) que pueden orientar colectivamente el proceso de transición hacia una mayor sostenibilidad son:

- El uso eficiente de los recursos: requiere de una buena gestión, uso eficiente de insumos y tecnologías sostenibles, la combinación estos factores llevara a una mayor producción y aprovechamiento sostenible de los recursos conservando el medio ambiente (p.20).
- Conservar, proteger y mejorar los recursos naturales: frente a un aumento de producción surge indirectamente la degradación y agotamiento de los recursos, es por ello que deben establecerse mecanismos de conservación, protección y mejora de los recursos naturales (p.23).
- La agricultura debe proteger y fomentar el desarrollo rural sostenible asegurando un acceso y control de los recursos naturales como suelo agua, bosques y recursos acuícolas. Un manejo inadecuado de estos recursos genera un desequilibrio llevando a la pobreza extrema y hambre limitando el desarrollo sostenible (p.26).
- Cuando una zona boscosa es trabajada para cambiarla a zona agrícola, se destruyen hábitats de diferentes especies. Por ello debe ser imprescindible dejar un área de bosque para que las especies se refugien y así evitar que se sigan extinguiendo. Si perdemos especies, perdemos biodiversidad.
- Los sistemas agrícolas, los productores y las personas deben fortalecer sus capacidades de producción ante eventuales cambios o amenazas, con la finalidad de hacerlos resilientes y garantizar la productividad del sistema (p.28).

- El desarrollo de una agricultura sustentable requiere del desarrollo de un marco normativo legal que garantice una adecuada producción agrícola (p.30).

b. Efectos de una Agricultura Insostenible

Según Sarandon y Flores (2014) definió algunos de los efectos de una agricultura insostenible, los cuales son:

Aumento del uso de agroquímicos, contaminación por el uso de plaguicidas en gran cantidad y sin medidas de protección en la actividad agrícola; dependencia del usos de plaguicidas; infertilidad de los suelos, debido al aumento de procesos de degradación entre los que se tiene: erosión, disminución de nutrientes, pérdida de materia orgánica y destrucción de la estructura del suelo; afectación de las fuentes de agua superficiales y subterráneas por los usos excesivos de fertilizantes; colmatación de embalses; eutrofización de los cuerpos de agua y disminución del nivel de los acuíferos; mayor dependencia de insumos, maquinaria y combustibles para la producción agrícola, y disminución de la biodiversidad por aumento de extensiones de terreno para cultivos agrícolas.

1.2.4 Evaluación de Sustentabilidad

Se necesita realizar un análisis de la actividad agrícola para identificar puntos críticos que limitan el desarrollo sustentable, es por ello que Sarandon y flores (2014) definen los pasos para obtener indicadores de evaluación de la sustentabilidad:

- Establecer y definir un marco conceptual de sustentabilidad.
- Precisar los objetivos para la evaluación de sustentabilidad y el establecimiento de indicadores.
- Definir el área y sistema a evaluar, para su posterior caracterización de acuerdo a la zona de estudio.
- Relevamiento inicial de datos. Diagnostico preliminar.
- Definición de las dimensiones de análisis (ambiental, económico y social).
- Definición de las categorías de análisis, descriptores e indicadores.
- Estandarización y ponderación de los indicadores
- Análisis de la coherencia de los indicadores con el objetivo planteado.
- Construcción o elecciones de los instrumentos o metodologías adecuadas.
- Recoger los datos y calcular indicadores.
- Análisis y presentación de resultados.

a. Indicadores de Sustentabilidad

Un indicador es una medida cuantitativa o cualitativa, que auxilia en la transmisión y síntesis de informaciones sobre complejos procesos, eventos o tendencias de realidad dada (Abbot y Guijt 1999, citado por Duarte, 2005, p.15).

Los indicadores se definen localmente y son propios de cada zona, definidos por las actividades que desarrolla cada productor en su predio (Altieri & Nicholls, 2007, p.8).

Sarandon y Flores (2014), señalan que los indicadores se pueden estandarizar y ponderar:

- Estandarización se aplica de acuerdo a las dimensiones de sustentabilidad a evaluar ya sea ambiental, social y económica. Para ello se establecen escalas simples donde el valor mínimo se considera menos sustentable y el valor mayor más sustentable.
- Ponderación es una herramienta que se aplica para asignarle un mayor peso o resaltar importancia a ciertos indicadores. Este coeficiente se multiplica por el valor de los subindicadores.

Es así, que un estudio que realizó Meza y Julca (2015), definieron indicadores para evaluar la sustentabilidad de cultivos de yuca en la subcuenca de Santa Teresa Cusco, en la dimensión ambiental, económica y social con una escala de estandarización de 1 a 5.

- Para la dimensión ambiental utilizó seis indicadores: diversidad de cultivares de yuca (1, 2, 3, 4 y mayor a 4 cultivares con una ponderación de 2); agroforestería con especies frutícolas (0, 1, 2, 3, y mayor a 3 especies con una ponderación de 1); agroforestería con especies ornamentales, medicinales y maderables (0, 1, 2, 3, y mayor a 3 especies con una ponderación de 1); uso de abonos orgánicos (0, 1, 2, 3, y mayor a 3 tipos de abonos orgánicos); asociación de cultivos (ninguna especie; yuca; yuca y maíz; yuca, frejol y poroto; yuca, frejol, maíz y poroto; con una ponderación de 2); manejo integrado de plagas y enfermedades (químico, químico más orgánico, orgánico sin procesar, orgánico procesado).
- La dimensión económica comprendió cinco indicadores: área de producción de cultivo de yuca (menor a 125 m², de 125 a 249 m², 250 a 374 m², 375 a 499 m² y mayor a 500 m²); rendimiento del cultivo (menor a 10.5 t/ha, 10.5 a 10.9 t/ha, 11 a 11.49 t/ha, 11.5 a 11.99, mayor a 12 t/ha, con una ponderación de 2); diversificación de la

producción agrícola (0,1,2,3 y mayor a 3 especies con una ponderación de 2); diversificación de la producción pecuaria (0, 1, 2, 3 y mayor a 3 especies); destino de la producción agropecuaria (100 por ciento para la venta, 100 por ciento para consumo, 50 por ciento para venta y 50 por ciento para consumo, 40 por ciento para venta y 60 por ciento para consumo, menor del 40 por ciento para la venta y mayor del 60 para consumo; con una ponderación de 2).

- La dimensión social utilizó cuatro indicadores: acceso a servicios básicos (1, 2, 3, 4 y mayor a 4 servicios con una ponderación de 2); participación en eventos de capacitación (ninguno, muy poco, poco, no mucho, mucho con una ponderación de 1); satisfacción con el sistema (muy mala, mala, regular, buena, muy buena con una ponderación de 1); participación familiar (agentes externos, padre, papá y mamá, familia, familia más agentes externos).

Asimismo Marquez y Julca (2015) evaluaron fincas cafetaleras de Quillabamba en la dimensión económica, ambiental y social en el cual usaron subindicadores estandarizados en una escala de 0 a 4; es así que la dimensión económica comprendió los siguientes subindicadores: rentabilidad de la finca (productividad, calidad física del café, incidencia de plagas y enfermedades); ingreso neto mensual, riesgo económico (diversificación para la venta, dependencia de insumos externos). La dimensión ambiental: manejo de la cobertura vegetal, diversificación de cultivos, riesgo de erosión (pendiente predominante, cobertura vegetal, conservación de suelos); manejo de la biodiversidad (biodiversidad vegetal, áreas de zonas de conservación). También la dimensión social se evaluó por subindicadores comprendidos por: satisfacción de necesidades básicas (acceso a educación, acceso a salud y cobertura sanitaria, servicios); integración social, conocimiento tecnológico y conciencia ecológica.

CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1 Lugar y Fecha

El presente trabajo de investigación se desarrolló en el distrito Chulucanas, provincia de Morropón, en la parte baja de la subcuenca Yapatera, margen izquierda del río Yapatera, en veinte predios agrícolas del sector Santa Elena (Figura 2).

El distrito de Chulucanas se encuentra ubicado en la provincia de Morropón y está localizado a 5° 5'36" de latitud sur y a 80° 09' 3" de longitud oeste, a una altura de 92 m.s.n.m. (Municipalidad Provincial de Morropón, Chulucanas, 2014). Tiene una temperatura máxima de 38° C y una mínima de 18° C, así como una humedad estacional de 17 y 18%. Presenta un clima seco y saludable, con precipitaciones pluviales en una época bien marcada entre los meses de diciembre a marzo (Municipalidad Provincial de Morropón, Chulucanas, 2011 - 2014).

Este trabajo de investigación se inició en el mes de mayo del año 2017 y culminó en el mes de octubre del mismo año.

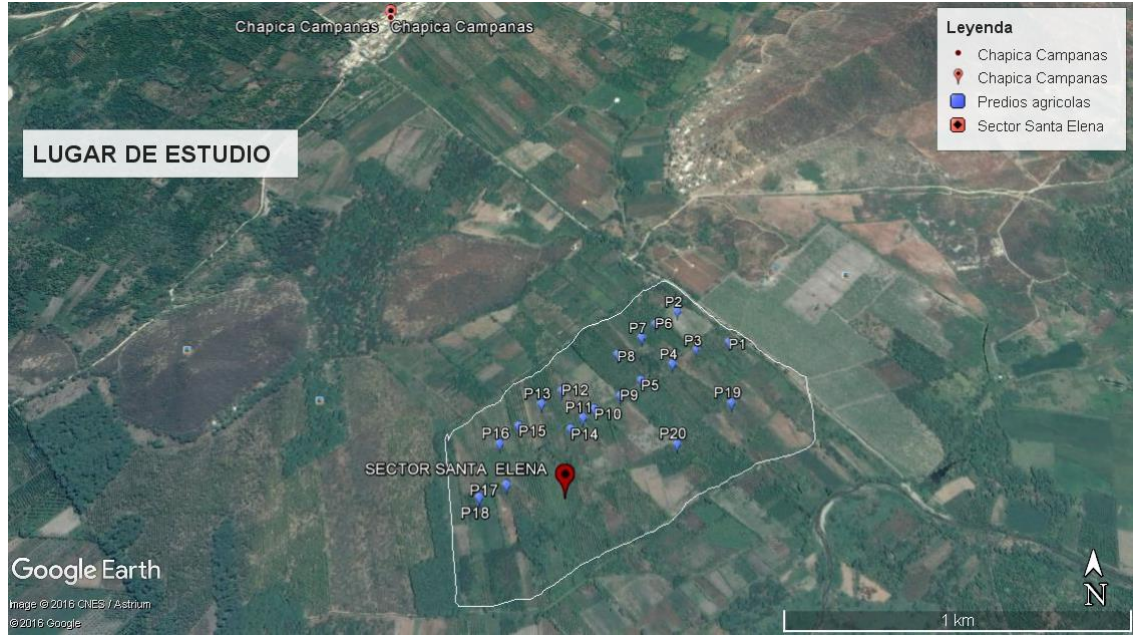


Figura 2. Ubicación geográfica del área de estudio.

Fuente: Google Earth

2.1.2 Población y Muestra

La población estuvo compuesta por el total de los sistemas de producción en el sector Santa Elena, comprendido por 59 predios agrícolas, con un total de 100.3671 has, de las cuales se evaluó la sustentabilidad de un 50.3% de total de estas.

La muestra se definió por el método de proporciones del total de predios del sector, de acuerdo al estudio similar realizado por Palomeque (2015):

$$n = \frac{\frac{4PQ}{d^2}}{\frac{\frac{4PQ}{d^2} - 1}{N} + 1}$$

Dónde:

- n = tamaño de la muestra
- N = total de la población.
- P = probabilidad de acierto (en este caso $50\%=0.5$).
- q = probabilidad de error ($1-P= 1-0.5=0.5$)
- d = porcentaje de error ($19 \%=0.19$).

$$n = \frac{\frac{4 * 0.5 * 0.5}{0.19^2}}{\frac{\frac{4 * 0.5 * 0.5}{0.19^2} - 1}{59} + 1}$$

$$n = 19.07039886 = 20$$

La muestra obtenida fue de 19.07039886 predios y debido al resultado obtenido, se redondeó la cantidad a 20 predios agrícolas. Estos fueron seleccionados de manera aleatoria simple, debido a la geomorfología del sector, accesibilidad a los predios agrícolas y los tipos de cultivos predominantes como el mango y limón. El total de las áreas de los predios seleccionados fue de 50.1039 hectáreas (has) de terreno (ver Tabla 2).

Tabla 2

Área según predios agrícolas muestreados.

PREDIOS	ÁREA (ha)
SSE01	3.08
SSE02	3.44
SSE03	3.29
SSE04	1.31
SSE05	3.18
SSE06	0.90
SSE07	1.07
SSE08	2.66
SSE09	2.81
SSE10	5.11
SSE11	1.00
SSE12	1.05
SSE13	2.58
SSE14	1.28
SSE15	1.12
SSE16	5.58
SSE17	1.82
SSE18	2.39
SSE19	4.84
SSE20	1.59
TOTAL	50.10

Fuente: Elaboración propia

2.1.3 Tipo y Método de Investigación

La investigación es de tipo descriptiva, pues se basa en la información obtenida en el trabajo de campo, en donde:

- Se realizaron 20 entrevistas personales de acuerdo a la unidad de muestreo. Las preguntas utilizadas estuvieron comprendidas por preguntas abiertas y cerradas de acuerdo a los indicadores planteados, con la finalidad de obtener la apreciación directa de cada productor acerca del manejo del predio.
- Se tomó una muestra de suelo utilizando el método de zigzag descrito por Garay y Corro (2012). La muestra fue tomada por cada predio de la unidad de muestreo, a

las cuales se le realizó un análisis de rutina físico químico (Análisis de fertilidad) en el laboratorio de suelos de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Piura.

2.1.4 Descripción de la Investigación de Campo

El estudio de investigación comprendió las siguientes etapas:

a. Primera Etapa:

- Se elaboró un cuestionario conformado por preguntas abiertas y cerradas para el recojo de información, referida a componentes ecológico ambiental, económico y social que caracterizan a los sistemas productivos locales, como: los tipos de cultivos que desarrollan, el manejo que realizan, manejo de áreas forestales, diversidad de producción pecuaria, destino de la producción y el nivel de capacitación de pequeño productor.
- Se realizó una declaración de consentimiento para la realización de la investigación por parte de los 20 agricultores comprendidos en la unidad de muestreo.
- Se realizó la observación, validación del cuestionario en campo y se describió cada sistema de producción agrícola: las prácticas agrícolas, pecuarias o forestales, las características socioeconómicas, los niveles de organización de los productores y las interacciones existentes entre los subsistemas de cultivos y actividades pecuarias. La información fue obtenida mediante la entrevista realizada. (ver Apéndice 1 y Apéndice 2).
- Se identificó de acuerdo a las características de cada predio, el tipo de modelo agrícola desarrollado por cada predio (convencional y orgánico).

- Se elaboró un diagramas de flujo por cada modelo agrícola identificado, con la finalidad de comprender mejor el sistema, sus entradas, salidas y las interacciones de los componentes
- Se realizó un estudio de suelo, con la finalidad de identificar la textura del suelo y evaluar la calidad en cuanto a contenido de materia orgánica y contenido de nutrientes de cada predio. (Apéndice 3). Se tomó 20 muestras de suelo para cada predio agrícola considerado en la unidad de muestreo.

Para la toma de las muestras de suelo se siguió lo indicado por Garay y Corro (2012) quienes indican que la toma de muestras del suelo se debe realizar antes de la fertilización, en el área agrícola de cada predio, considerando las características físicas de este y manejo agrícola del área de cultivo; asimismo, con la finalidad de abarcar una mayor área de muestreo, se realiza, en zigzag y tomando una submuestra cada 30 pasos, en un área libre de malezas y rocas de mayor volumen, una muestra por cada predio agrícola, con un aproximado de 15 submuestras por hectárea.

La muestra se tomó con una pala, empezando por limpiar las malezas de la superficie del terreno, con la finalidad de no alterar el resultado; luego se hizo un hoyo en forma de “V” de aproximadamente 30 centímetros de profundidad y con la ayuda de un cuchillo, se retiró los bordes laterales de la submuestra, dejando en la parte central aproximadamente 5 cm de submuestra. Luego de haberlas obtenido, estas se recolectaron en un balde totalmente limpio en el cual se mezclaron, para posteriormente pesar, con la ayuda de una balanza, 1.5 kilogramos de muestra y depositarla en una bolsa de cierre hermético, rotulado con los datos del sector y titular del predio.

El análisis de rutina físico químico de muestras de suelo (Análisis de fertilidad), se realizó en el laboratorio de suelos de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Piura.

b. Segunda Etapa:

- Se midió en campo los indicadores de acuerdo a las dimensiones de análisis ecológico o ambiental, económico social y cultural haciendo uso de encuestas, la cual estuvo comprendida por preguntas cerradas referidas a cada uno de los indicadores descritos en la metodología para cada aspecto evaluar.
- Se evaluó mediante uso de indicadores los tres aspectos considerados para una evaluación de sustentabilidad; aspectos como ecológico-ambiental, económico y social y cultural a los cuales se le asignaron rangos de valores de 1 a 5 donde el valor más bajo (1) representó una situación crítica para la sustentabilidad y el valor más alto (5) una mayor sustentabilidad, además se ponderó los indicadores con la finalidad de poner la relevancia de un indicador con otro, debido a que todos los indicadores no tienen el mismo peso para la sustentabilidad. Los indicadores fueron elaborados tomando como base estudios realizados en el Perú por Marquez y Julca (2015) y Meza y Julca (2015), dichos indicadores se aplicaron en el país y existe una aproximación a la zona de estudio, es por ello que se tomaron como referencia y se adecuaron a la realidad de la zona de estudio. Como se muestra en la tabla 3.

Tabla 3

Aspectos de sustentabilidad a evaluar, indicadores y ponderación.

ASPECTO	INDICADOR	PONDERACIÓN	ESCALA
Aspecto ecológico-ambiental	Áreas de zonas de conservación	2	(5) Más de 2.1 hectáreas (4) De 1.1 a 2.00 hectáreas (3) De 0.51 a 1.00 hectáreas (2) De 0.1 a 0.5 hectáreas (1) No tiene áreas de conservación.
	Uso de abonos orgánicos.	2	(5) Solo utiliza abonos orgánicos (4) Alta frecuencia de uso de abonos orgánicos en el proceso productivo de todos los cultivos (3) Mediana frecuencia del uso de abonos orgánicos para algunos cultivos (2) Poca frecuencia de uso de abonos orgánicos (1) No usa abonos orgánicos.
	Contenido de materia orgánica.	1	(5) Mas de 4.0 por ciento de contenido de materia orgánica (4) De un 3.1 por ciento a 4 por ciento de materia orgánica (3) De 2.1 por ciento a 3 por ciento de materia orgánica (2) De un 1.1. por ciento a 2 por ciento de materia orgánica (1) De 0.1 por ciento a 1 por ciento de materia orgánica.

Contenido de nutrientes.	1	(5) Muy alto contenido de nutrientes (4) Alto contenido de nutrientes (3) Mediano contenido de nutrientes (2) Bajo contenido de nutrientes (1) Muy pobre en cuanto a nutrientes.
Uso de agroquímicos.	1	(5) No usa agroquímicos (4) Poca frecuencia del uso de agroquímicos (3) Mediana frecuencia del uso de agroquímicos para algunos cultivos (2) Alta frecuencia del uso de agroquímicos en el proceso productivo de todos los cultivos (1) Solo utiliza agroquímicos
Manejo integrado de plagas y enfermedades.	1	(5) Control biológico y químico (4) Control biológico en menor frecuencia (3) Control químico en mayor frecuencia (2) Control químico (1) No maneja sus plagas y enfermedades.
Eficiencia del uso de agua.	2	(5) Riego tecnificado con agua de pozo (4) Riego tecnificado y por inundación con agua de pozo (3) Riego por inundación con agua de pozo y río (2) Riego por inundación de agua de río (1) Riego por inundación mal drenado.

Aspecto económico	Diversidad de cultivos.	2	(5) Predio totalmente diversificado, con alto nivel de asociaciones de los cultivos (4) Predio con alta diversificación de cultivos y con asociación media entre ellos (3) Predio con diversificación media y muy bajo nivel de asociación entre ellos (2) Predio con poca diversificación de cultivos, sin asociaciones entre ellos (1) Monocultivo.
	Área de producción	1	(5) Mayor de 5 hectáreas (4) 4-5 hectáreas (3) 3-4 hectáreas (2) 2-3 hectáreas (1) 1-2 hectáreas.
	Rendimiento del cultivo.	2	(5) Mayor a 10 toneladas por hectárea (4) 7-10 toneladas por hectárea (3) 5-7 toneladas por hectárea (2) 3-5 toneladas por hectárea (1) 0.5- 3 toneladas por hectárea.
	Diversificación de la producción pecuaria.	1	(5) Producción pecuaria de ganado vacuno, caprino, ovino, equino y actividades de avicultura y apicultura (4) Producción pecuaria de ganado vacuno, caprino, ovino, equino y actividades de avicultura (3) Producción pecuaria de ganado vacuno, caprino, ovino y/o actividades de avicultura (2) Solo realiza la producción de un solo tipo de ganado y avicultura (1) No realiza producción pecuaria.

	Destino de la producción agrícola.	1	(5) 95 por ciento de producción es para venta y el 5 por ciento es para consumo propio (4) 75 por ciento de producción es para venta y el 25 por ciento es para consumo propio (3) 50 por ciento de producción es para venta y el 50 por ciento es para consumo propio (2) 25 por ciento de producción es para venta y el 75 por ciento es para consumo propio (1) 5 por ciento de producción es para venta y el 95 por ciento es para consumo propio.
Aspectos sociales y culturales	Acceso a servicios básicos.	1	(5) Acceso a todos los servicios (4) Acceso a agua potable, energía eléctrica, asistencia médica y educación (3) Acceso a asistencia médica y educación (2) Acceso a asistencia médica (1) No tiene acceso a ningún servicio básico.
	Capacitación.	2	(5) Muy buena (4) Buena (3) Regular (2) Mala (1) Ninguna.
	Participación familiar	2	(5) Papá, mamá e hijos (4) Papá, mamá y agentes externos (3) Papá o mamá y agentes externos (2) Papá y mamá (1) Papá o mamá.

Fuente: Elaboración propia en base a Marquez y Julca (2015) y Meza y Julca (2015).

c. Tercera Etapa:

- Se sistematizó y analizó la información con los datos recopilados y los resultados de laboratorio. Los resultados se representaron mediante gráficos, y para esto, se sintetizaron los valores obtenidos con la finalidad de obtener un índice promedio de sustentabilidad y hacer factible su comparación con una situación ideal de sustentabilidad para los predios estudiados.
- Determinaron los puntos críticos de sustentabilidad mediante una comparación de una sustentabilidad ideal y la obtenida.

2.1.5 Identificación de Variables y su Mensuración

- Variable Independiente: Diversidad de cultivo, asociación de cultivos, manejo integrado de plagas y enfermedades, uso de abonos orgánicos, adopción de innovaciones, participación familiar.
- Variable Dependiente: Sustentabilidad del sistema de cultivo.

2.2 MATERIALES Y EQUIPOS

Para el desarrollo de la presente investigación se utilizaron los siguientes materiales:

2.2.1 Materiales

- 1 Pala
- 1 cuchillo de cocina.
- 20 Bolsas para las muestras de suelo.
- 1 Libreta de apuntes.

- 1 Balde de plástico de una capacidad de 5 litros.
- Textos de consulta.
- 120 Hojas bond.
- 1 cuaderno.

2.2.2 Equipos

- 1 Cámara Digital de marca Canon modelo Powershot Sx100is
- 1 computadora (Lenovo Laptop Ideapad 310 15.6" Core I3 1tb 4gb)
- 1 Balanza mecánica de resorte (5 kg).

2.3 ANÁLISIS DE DATOS

La información obtenida se organizó en una base de datos en el programa Microsoft Excel, para su respectiva tabulación y evaluación, de acuerdo a los objetivos planteados en la investigación.

Se realizó un análisis de datos para dos modelos agrícolas, el convencional y orgánico, para ello se hizo un procesamiento de los datos con el programa Microsoft Excel, mediante el cual se calculó la media, varianza, desviación estándar, coeficiente de variación, mediana, moda, valor máximo y valor mínimo, por modelo agrícola estudiado; además, un análisis promedio de los predios estudiados:

$$\text{Media muestral} = \bar{x} = T(X_1, X_2, \dots; X_n) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n}$$

Donde:

- $\bar{x}$ = Media muestral
- x = Variable aleatoria
- n = tamaño de la muestra

$$\begin{aligned} \text{Varianza muestral} &= s_n^2 = T((X_1 - \bar{x}_n)^2, (X_2 - \bar{x}_n)^2, \dots, (X_n - \bar{x}_n)^2) \\ &= \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{x}_n)^2 = \bar{x}_n^2 - (\bar{x})^2 \end{aligned}$$

Donde:

- s_n^2 = Varianza muestral
- x = Variable aleatoria
- $\bar{x}$ = Media muestral
- n = tamaño de la muestra

$$\text{Desviación estándar} = \sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{N}}$$

Donde:

- σ = Desviación estándar
- x = Variable aleatoria
- $\bar{x}$ = Media muestral
- n = tamaño de la muestra

$$\text{Coeficiente de variación} = C.V = \frac{\sigma}{|\bar{x}|}$$

Donde:

- C_V = Coeficiente de variación
- σ = Desviación estándar
- $\bar{x}$ = Media muestral

$$\text{Mediana} = Me = L_i + \frac{\frac{N}{2} - F_{i-1}}{f_i} * a_i$$

Donde:

- L_{i-1} = Límite inferior de la clase donde se encuentra la mediana.
- $\frac{N}{2}$ = Semisuma de las frecuencias absolutas.
- F_{i-1} = Frecuencia acumulada anterior a la clase mediana.
- a_i = Amplitud de la clase.

$$\text{Moda} = Mo = L_i + \frac{f_i - f_{i-1}}{(f_i - f_{i-1}) + (f_i - f_{i+1})} * a_i$$

- L_{i-1} = Límite inferior de la clase modal.
- f_i = Frecuencia absoluta de la clase modal.
- F_{i-1} = Frecuencia inmediatamente inferior a la clase modal.
- f_{i+1} = Frecuencia inmediatamente posterior a la clase modal.
- a_i = Amplitud de la clase.

Los resultados fueron procesados mediante las siguientes formulas establecidas tomando como referencia formulas desarrolladas por Marques y Julca (2015) en un estudio realizado:

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

$$\text{Indicador ambiental}(IA) = \frac{2a1 + 2a2 + a3 + a4 + a5 + a6 + 2a7}{10}$$

Donde:

- IA: Indicador ambiental
- 2: valor de ponderación por indicador
- $a1$: Áreas de zonas de conservación
- $a2$: Uso de abonos orgánicos
- $a3$: Contenido de materia orgánica
- $a4$: Contenido de nutrientes
- $a5$: Uso de agroquímicos
- $a6$: Eficiencia del uso de agua
- $a7$: Manejo integrado de plagas y enfermedades

$$\textbf{Indicador economico}(IK) = \frac{2a1 + a2 + 2a3 + a4 + a5}{7}$$

Donde:

- *IK*: Indicador ambiental
- 2: valor de ponderación por indicador
- *a1*: Diversidad de cultivos
- *a2*: Área de producción
- *a3*: Rendimiento del cultivo
- *a4*: Diversificación de la producción pecuaria
- *a5*: Destino de la producción agrícola

$$\textbf{Indicador social}(IS) = \frac{a1 + a2 + 2a3}{4}$$

Donde:

- *IS*: Indicador social
 - 2: valor de ponderación por indicador
 - *a1*: Acceso a servicios básicos
 - *a2*: Capacitación
 - *a3*: Participación familiar
- El valor promedio de sustentabilidad en un predio se considerara si la sumatoria de los macro indicadores es mayor o igual a 3.

$$\textbf{sustentabilidad}(S) = \frac{IA + IK + IS}{3}$$

Donde:

- *IA*: Indicador ambiental
- *IK*: Indicador económico
- *IS*: Indicador social

CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.1. RESULTADOS

De acuerdo al manejo que se realiza en cada predio, se identificó dos tipos de sistema de producción en el sector Santa Elena, dentro de los cuales se tiene 18 predios con un sistema de producción convencional y 2 predios con sistema de producción orgánico, los cuales se describen a continuación y se analiza la sustentabilidad de cada uno de ellos:

3.1.1 Descripción de Predios Agrícolas con Sistema de Producción Convencional.

Los predios agrícolas con un sistema de producción convencional, realizan una serie de procesos entre los que se tiene: control de plagas y enfermedades con agroquímicos (insecticidas, fungicidas), la fertilización se realiza con insumos inorgánicos en su mayoría y, además, realizan asistencia al predio con las labores de poda de los diferentes frutales, limpieza de malezas a nivel de todo el predio (en su mayoría hacen uso de herbicidas) y limpieza de drenes; sumado a esto, que en algunos de los predios se realiza actividades de recolección y almacenamiento de residuos sólidos inorgánicos agrícolas.

El sistema de riego utilizado a nivel de todos los predios es por inundación y la fuente es agua de río y pozo; asimismo, el tiempo de duración del agua es de aproximadamente 4 meses con agua de río y los meses siguientes son abastecidos por agua subterránea proveniente de pozo. Este comportamiento es debido al ciclo de precipitaciones presentes en el año.

a. Predio SSE01

- **Aspecto Ecológico-Ambiental**

El predio SSE01 cuenta con un área total de 3.08 hectáreas y tiene un sistema de producción agrícola convencional donde se cultiva frutales como mango (*Mangifera indica* L.) en las variedades Kent y Edwar, y limón (*Citrus aurantifolia* Swingle), distribuidos aleatoriamente en 2.508 hectáreas. Asimismo, se cuenta con un área de 0.5 hectáreas destinadas para la producción de especies forestales como algarrobo (*Prosopis pallida* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Kunth) y faique (*Acacia macracantha* Humb. & Bonpl. ex Willd.).

El control de plagas y enfermedades es mediante el uso de agroquímicos, entre los que se tiene, los insecticidas y fungicidas. La fertilización se realiza con insumos inorgánicos en su mayoría y orgánicos con menor frecuencia. Estos insumos se aplican de manera moderada, según las necesidades del cultivo.

El suelo agrícola tiene una textura franco arcilloso, cuenta con un contenido de 0.65 por ciento de materia orgánica, mediano contenido de macronutrientes primarios (nitrógeno: 0.03 por ciento, fósforo: 12 partes por millón y potasio: 170 partes por millón), un pH de 7.3 y conductibilidad eléctrica de 0.38 micromhos por metro favorable para el desarrollo de cultivos (ver Apéndice 4).

- **Aspecto Económico**

El rendimiento de los cultivos es de 7 a 10 toneladas por hectárea, debido a que el cultivo que prevalece es mango y son plantaciones desarrolladas, dando como resultado una mayor producción. El ingreso económico que se percibe es anual para las dos variedades de mango y semanal para el limón. El destino de la producción de las dos variedades de mango y limón es para el mercado local y nacional.

- **Aspecto Social y Cultural**

El predio está a cargo de la titular, ocasionando dependencia de mano de obra externa. Cuenta con disponibilidad a servicios básicos como: acceso a agua potable, energía eléctrica, asistencia médica y educación. La capacitación es regular debido a que está en proceso de asociación.

b. Predio SSE02

- **Aspecto Ecológico-Ambiental**

El predio SSE02 cuenta con un área total de 3.4439 hectáreas y tiene un sistema de producción agrícola convencional donde se cultiva frutales como mango (*Mangifera indica* L.), limón (*Citrus aurantifolia* Swingle), maracuyá (*Passiflora edulis* Sims), plátano (*Musa paradisiaca* L.), caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), naranjas (*Citrus × sinensis* (L.) Osbeck), cacao (*Theobroma cacao* L.) y frijol de palo (*Cajanus cajan* (L.) Huth); también cultivos anuales de maíz (*Zea mays* L.) y yuca (*Manihot esculenta* Crantz), los cuales se rotan por año un área aproximada de 3.1939; además se puede encontrar un área de 0.25 hectáreas para el desarrollo de especies forestales como algarrobo (*Prosopis pallida* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Kunth). También desarrolla prácticas pecuarias en menor escala para la crianza de ganado vacuno, ovino, porcino y avícola.

No llevan un control regular para el manejo de plagas y enfermedades. Hacen uso de fertilizantes orgánicos como el abono de corral y compost para cultivos perennes, en mayor frecuencia, y fertilizantes inorgánicos para el manejo y asistencia de los cultivos anuales. Estos insumos se aplican de manera moderada según las necesidades del cultivo.

El suelo agrícola tiene una textura franco arcilloso, cuenta con un contenido de 0.44 por ciento de materia orgánica, mediano contenido de macronutrientes primarios (nitrógeno: 0.02 por ciento, fósforo: 12 partes por millón, potasio: 170 partes por millón), con un pH de 7.38 y conductibilidad eléctrica de 0.33 micromhos por metro favorable para el desarrollo de cultivos (ver Apéndice 5).

- **Aspecto Económico**

El rendimiento de los cultivos es de 5 a 7 toneladas por hectárea, teniendo como cultivos predominantes el mango y limón. El ingreso económico que se percibe es anual para las tres variedades de mango, y semanal para el limón. El destino de la producción agrícola (mango, limón, maracuyá, cacao, yuca y maíz), pecuario y forestal es para el mercado local y nacional.

- **Aspecto Social y Cultural**

El predio está manejado por la mamá e hijos, los cuales tienen acceso a dos servicios básicos como: asistencia médica y educación. No reciben ningún tipo de capacitación.

c. Predio SSE03

- **Aspecto Ecológico-Ambiental**

El predio SSE03 cuenta con un área de 3.29 hectáreas y tiene un sistema de producción agrícola convencional donde se cultivan frutas como mango (*Mangifera indica* L.) en las variedades de Kent y Edwar, limón (*Citrus aurantifolia* Swingle), y cultivos anuales como maíz (*Zea mays* L.).

Para el control de plagas y enfermedades, su principal actividad es mediante el uso de agroquímicos, entre los que se tiene, los insecticidas y fungicidas. La fertilización se realiza con insumos inorgánicos en su mayoría y orgánicos con menor frecuencia. Estos insumos se aplican de manera moderada según, las necesidades del cultivo.

El suelo agrícola tiene una textura franco arcilloso, cuenta con un contenido de 0.68 por ciento de materia orgánica, mediano contenido de macronutrientes primarios (nitrógeno: 0.03 por ciento, fósforo: 11 partes por millón, potasio: 170 partes por millón), un pH de 7.27 y conductibilidad eléctrica de 0.38 micromhos por metro, favorable para el desarrollo de los cultivos (ver Apéndice 6).

- **Aspecto Económico**

El rendimiento de los cultivos es mayor a 10 toneladas por hectárea, teniendo como cultivo predominante el mango (*Mangifera indica* L.) de variedad Ken y Edwar. El ingreso económico que se percibe es anual para las dos variedades de mango (*Mangifera indica* L.) y semanal para el limón (*Citrus aurantifolia* Swingle). El destino de la producción agrícola de mango (*Mangifera indica* L.) es para el mercado local y nacional.

- **Aspecto Social y Cultural**

El predio está a cargo de la familia (papá, mamá e hijos). Cuenta con acceso a servicios básicos como: asistencia médica, educación, agua potable y luz eléctrica, pero poca capacitación.

d. Predio SS04

- **Aspecto Ecológico-Ambiental**

El predio SSE04 cuenta con un área de 1.31 hectáreas y tiene un sistema de producción agrícola convencional de mango (*Mangifera indica* L.) de variedad Edwar y Kent.

No se tiene un control de plagas y enfermedades que afectan el cultivo. La fertilización se realiza con insumos orgánicos con mayor frecuencia. Estos se aplican de manera moderada, según las necesidades del cultivo.

El suelo agrícola tiene una textura franco arcilloso-limoso, cuenta con un contenido de 0.64 por ciento de materia orgánica, mediano contenido de macronutrientes primarios (nitrógeno: 0.03 por ciento, fósforo: 13 partes por millón, potasio: 160 partes por millón), con un pH de 7.22 y conductibilidad eléctrica de 0.44 micromhos por metro, favorable para el desarrollo de los cultivos (ver Apéndice 7).

- **Aspecto Económico**

El rendimiento de los cultivos es de 5 a 7 toneladas por hectárea, debido a que el cultivo que predomina es el mango (*Mangifera indica* L.) con plantaciones desarrolladas, dando como resultado una mayor producción. El ingreso económico que se percibe es anual para las dos variedades de mango (*Mangifera indica* L.) y semanal para el limón (*Citrus aurantifolia* Swingle). El destino de la producción de las dos variedades de mango y limón es para el mercado local y nacional.

- **Aspecto Social y Cultural**

El predio está a cargo del titular del mismo y depende de mano de obra externa. Cuenta con acceso a servicios básicos como: asistencia médica y educación. No recibe ningún tipo de capacitación o asistencia técnica.

e. Predio SSE05

- **Aspecto Ecológico-Ambiental**

El predio SSE05 cuenta con un área de 3.18 hectáreas y desarrolla cultivos perennes como mango (*Mangifera indica* L.), de variedad Ken y Edwar, limón (*Citrus aurantifolia* Swingle), cacao (*Theobroma cacao* L.), carambola (*Averrhoa carambola* L.), tamarindo (*Tamarindus indica* L.) y plátano (*Musa × paradisiaca* L.) distribuido aleatoriamente a lo largo de todo el predio; además cuenta con cercas vivas de especies de nin (*Azadirachta indica* A. Juss.) y guayaquil (*Guadua angustifolia* Kunth).

El control de plagas y enfermedades se realiza haciendo uso de agroquímicos, entre los que se tiene, los insecticidas y fungicidas. La fertilización se realiza con insumos inorgánicos en su mayoría y orgánicos con menor frecuencia. Estos insumos se aplican de manera moderada, según las necesidades del cultivo.

El suelo agrícola tiene una textura franco arcilloso, cuenta con un contenido de 0.73 por ciento de materia orgánica, mediano contenido de macroelementos primarios (nitrógeno: 0.04 por ciento, fósforo: 9 partes por millón y potasio: 170 partes por millón), un ph de 7.91 y conductibilidad eléctrica de 0.38 micromhos por metro, favorable para el desarrollo de los cultivos (ver Apéndice 8).

- **Aspecto Económico**

El rendimiento es de 7 a 10 toneladas por hectárea, debido a que el cultivo que prevalece es mango (*Mangifera indica* L.) con plantaciones desarrolladas, obteniéndose un mayor rendimiento de la producción por hectárea. El ingreso económico que percibe es anual para el mango (*Mangifera indica* L.) y semanal para el limón (*Citrus aurantifolia* Swingle). El destino de la producción es para el mercado local y nacional.

- **Aspecto Social y Cultural**

El predio está a cargo del titular y solo existe intervención de él para el manejo del mismo, ocasionando una dependencia de mano de obra. Cuenta con acceso a servicios básicos como: agua potable, energía eléctrica, asistencia médica y educación. La capacitación es regular.

f. Predio SSE06

- **Aspecto Ecológico-Ambiental**

El predio SSE06 cuenta con un área de 0.9 hectáreas y tiene un sistema de producción agrícola convencional de cultivos de mango (*Mangifera indica* L.), de variedad Edwar y criollo; además de cultivos estacionales como maíz y frijol de palo distribuidos a lo largo de todo el predio.

No se tiene un control de plagas y enfermedades que afectan a los frutales, pero se realiza un control de cultivos anuales con agroquímicos. La fertilización se realiza con insumos orgánicos de mayor frecuencia (estiércol de ganado vacuno y ovino). Estos insumos se aplican de manera moderada, según las necesidades del cultivo.

El suelo agrícola tiene una textura franco arcilloso-limoso, cuenta con un contenido de 0.57 por ciento de materia orgánica, mediano contenido de macroelementos primarios (nitrógeno: 0.02 por ciento, fósforo: 13 partes por millón, potasio: 160 partes por millón), con un ph de 7.3 y conductibilidad eléctrica de 0.39 micromhos por metro, favorable para el desarrollo de los cultivos (ver Apéndice 9).

- **Aspecto Económico**

El rendimiento de los cultivos es de 3 a 5 toneladas por hectárea, cuyo destino de la producción es para el mercado local y nacional. El ingreso económico que se percibe es anual para todos los cultivos.

- **Aspecto Social y Cultural**

El predio está a cargo del titular y cuenta con acceso a servicios básicos como: asistencia médica, educación, agua potable y luz eléctrica. No recibe ningún tipo de capacitación.

g. Predio SSE07

- **Aspecto Ecológico-Ambiental**

El predio SSE07 cuenta con un área de 1.07 hectáreas y tiene un sistema de producción agrícola convencional donde se encuentra cultivos de frutales como mango (*Mangifera indica* L.), de variedad Edwar, Ken y criollo, limón, distribuidos aleatoriamente en 0.75 hectáreas, y cultivos anuales de yuca (*Manihot esculenta* Crantz), maíz (*Zea mays* L.) y frijol de palo (*Cajanus cajan* (L.) Huth), distribuidos en 0.32 hectáreas.

No se tiene un control de plagas y enfermedades que afectan a los frutales, pero se realiza un control de cultivos anual con agroquímicos. La fertilización se realiza con insumos orgánicos con mayor frecuencia (estiércol de ganado vacuno). Estos, se aplican de manera moderada según las necesidades del cultivo.

El suelo agrícola tiene una textura franco arcilloso, cuenta con un contenido de 0.65 por ciento de materia orgánica, mediano contenido de macroelementos primarios (nitrógeno 0.03 por ciento, fósforo: 12 partes por millón, potasio: 160 partes por millón), con un ph de 7.43 y conductibilidad eléctrica de 0.28 micromhos por metro, favorable para el desarrollo de los cultivos (ver Apéndice 10).

- **Aspecto Económico**

Se obtiene un rendimiento de los cultivos de 3 a 5 toneladas por hectárea y el destino de la producción agrícola es para el mercado local y nacional. El ingreso económico por la producción se percibe por año.

- **Aspecto Social y Cultural**

El predio familiar está a cargo de papá y mamá. Cuenta con acceso a servicios básicos como: asistencia médica, educación, agua potable y luz eléctrica. No recibe ningún tipo de capacitación o asistencia técnica.

h. Predio SSE08

- **Aspecto Ecológico-Ambiental**

El predio SSE08 cuenta con un área de 2.66 hectáreas y tiene un sistema de producción agrícola convencional donde se encuentra cultivos de frutales como mango (*Mangifera indica* L.), de variedad Edwar y Kent, distribuidos

aleatoriamente en 1.66 hectáreas, y cultivos anuales de maíz (*Zea mays* L.) y yuca (*Manihot esculenta* Crantz), distribuidos en 1 hectárea.

Para el control de plagas y enfermedades, su principal actividad es mediante el uso de agroquímicos, entre los que se tiene, los insecticidas y fungicidas. La fertilización se realiza con insumos inorgánicos en su mayoría y orgánicos con menor frecuencia. Estos insumos se aplican de manera moderada, según las necesidades del cultivo.

El suelo agrícola tiene una textura franco arcilloso, cuenta con un contenido de 0.66 por ciento de materia orgánica, mediano contenido de macronutrientes primarios (nitrógeno: 0.03 por ciento, fósforo: 9 partes por millón y potasio: 160 partes por millón), un pH de 7.87 y conductibilidad eléctrica de 0.37 micromhos por metro, favorable para el desarrollo de los cultivos (ver Apéndice 11).

- **Aspecto Económico**

El rendimiento es de 7 a 10 toneladas por hectárea, teniendo como cultivo de mayor predominancia al mango (*Mangifera indica* L.), de variedad Ken y Edwar. El ingreso económico que se percibe es anual y su destino es para mercado local y nacional.

- **Aspecto Social y Cultural**

El predio está a cargo de la familia (papá, mamá e hijos). Cuenta con acceso a servicios básicos como: asistencia médica, educación, agua potable y luz eléctrica. El productor no recibe ningún tipo de capacitación.

i. Predio SSE09

• Aspecto Ecológico-Ambiental

El predio SSE09 cuenta con un área de 2.81 hectáreas y tiene un sistema de producción agrícola convencional donde se encuentra cultivos de frutales como mango (*Mangifera indica* L.), de variedad Edwar y Ken, y cultivos de cacao (*Theobroma cacao* L.) y plátano (*Musa paradisiaca* L.)

Para el control de plagas y enfermedades de algunos cultivos, usa agroquímicos con poca frecuencia. La fertilización se realiza con insumos orgánicos (estiércol de ganado vacuno) e insumos orgánicos procesados. Estos se aplican de manera moderada, según las necesidades del cultivo.

El suelo agrícola tiene una textura franco arcilloso-limoso, cuenta con un contenido de 0.76 por ciento de materia orgánica, mediano contenido de macronutrientes primarios (nitrógeno: 0.04 por ciento, fósforo: 10 partes por millón, potasio: 160 partes por millón), un pH de 7.74 y conductibilidad eléctrica de 0.34 micromhos por metro, favorable para el desarrollo de los cultivos (ver Apéndice 12).

• Aspecto Económico

El rendimiento de los cultivos es mayor a 10 toneladas por hectáreas y el ingreso económico que se percibe es anual. Asimismo, el destino de la producción agrícola es para el mercado nacional e internacional (Holanda y Francia).

• Aspecto Social y Cultural

El predio está a cargo de la familia (papá e hijos) y existe dependencia de mano de obra. Cuenta con acceso a servicios básicos como: asistencia médica, educación,

agua potable y luz eléctrica. El productor está en constante capacitación debido a que pertenece a una asociación.

j. Predio SSE10

- **Aspecto Ecológico-Ambiental**

El predio SSE10 cuenta con un área de 5.11 hectáreas y tiene un sistema de producción agrícola convencional donde se encuentra cultivos de frutales como mango (*Mangifera indica* L.), de variedad Edwar, Ken y mango ciruelo (*Spondias dulcis* Parkinson), cacao (*Theobroma cacao* L.) y limón (*Citrus aurantifolia* Swingle).

No se tiene un control de plagas y enfermedades que afectan a los frutales. La fertilización se realiza con insumos inorgánicos. Estos se aplican de manera moderada, según las necesidades del cultivo.

El suelo agrícola tiene una textura franco arcilloso, cuenta con un contenido de 0.55 por ciento de materia orgánica, mediano contenido de macroelementos primarios (nitrógeno: 0.03 por ciento, fósforo: 11 partes por millón, potasio: 180 partes por millón), con un ph de 7.66 y conductibilidad eléctrica de 0.36 micromhos por metro, favorable para el desarrollo de los cultivos (ver Apéndice 13).

- **Aspecto Económico**

El rendimiento de los cultivos es de 5 a 7 toneladas por hectárea, con destino de la producción para el mercado local y nacional, percibiendo el ingreso económico anual.

- **Aspecto Social y Cultural**

El predio está a cargo del titular del mismo y cuenta con acceso a servicios básicos como: asistencia médica, educación, agua potable y luz eléctrica. No recibe ningún tipo de capacitación o asistencia técnica.

k. Predio SSE11

- **Aspecto Ecológico-Ambiental**

El predio SSE11 cuenta con un área de 1 hectárea y tiene un sistema de producción agrícola convencional donde se cultiva frutales como mango (*Mangifera indica* L.), de variedad Edwar y Ken, y limón (*Citrus aurantifolia* Swingle).

Para el control de plagas y enfermedades, su principal actividad es mediante el uso de agroquímicos, entre los que se tiene, los insecticidas y fungicidas. La fertilización se realiza con insumos inorgánicos en su mayoría y orgánicos (estiércol de ganado vacuno) con menor frecuencia. Estos se aplican de manera moderada, según las necesidades del cultivo.

El suelo agrícola tiene una textura franco arcilloso, cuenta con un contenido de 0.70 por ciento de materia orgánica, mediano contenido de macronutrientes primarios (nitrógeno: 0.04 por ciento, fósforo: 12 partes por millón, potasio: 180 partes por millón), un pH de 7.32 y conductibilidad eléctrica de 0.36 micromhos por metro, favorable para el desarrollo de los cultivos (ver Apéndice 14).

- **Aspecto Económico**

Los cultivos perennes están distribuidos aleatoriamente en 1 hectárea y obtiene un rendimiento de los cultivos entre 3 a 5 toneladas por hectárea, debido a que el cultivo que prevalece es mango y limón, y porque son plantaciones pequeñas. La

producción se destina al mercado local y nacional, percibiendo el ingreso económico anual.

- **Aspecto Social y Cultural**

El predio está a cargo del titular del mismo. Cuenta con acceso a servicios básicos como: asistencia médica y educación. No recibe ningún tipo de capacitación.

1. Predio SSE12

- **Aspecto Ecológico-Ambiental**

El predio SSE12 cuenta con un área de 1 hectárea y tiene un sistema de producción agrícola convencional donde se cultiva frutales como mango (*Mangifera indica* L.), de variedades Edwar y Ken, y limón (*Citrus aurantifolia* Swingle).

Para el control de plagas y enfermedades, su principal actividad es mediante el uso de agroquímicos, entre los que se tiene, los insecticidas y fungicidas. La fertilización se realiza con insumos inorgánicos en su mayoría y orgánicos (estiércol de ganado vacuno) con menor frecuencia. Estos insumos se aplican de manera moderada, según las necesidades del cultivo.

El suelo agrícola tiene una textura franco arcilloso, cuenta con un contenido de 0.64 por ciento de materia orgánica, mediano contenido de macroelementos primarios (nitrógeno: 0.03 por ciento, fósforo: 13 partes por millón, potasio: 180 partes por millón), un ph de 7.14 y conductibilidad eléctrica de 0.33 micromhos por metro, favorable para el desarrollo de los cultivos (ver Apéndice 15).

- **Aspecto Económico**

Los cultivos están distribuidos aleatoriamente en 1 hectárea y obtienen un rendimiento de estos entre 3 a 5 toneladas por hectárea, debido a que el cultivo que prevalece es mango (*Mangifera indica* L.) y limón (*Citrus aurantifolia* Swingle), pero son plantaciones pequeñas. La producción se destina al mercado local y nacional, percibiendo el ingreso económico anual.

- **Aspecto Social y Cultural**

El predio está a cargo del titular y solo existe intervención de este para el manejo del predio y no depende de mano de obra. Cuenta con acceso a servicios básicos como: asistencia médica y educación. No recibe ningún tipo de capacitación.

m. Predio SSE13

- **Aspecto Ecológico-Ambiental**

El predio SSE13 cuenta con un área de 2.58 hectáreas y tiene un sistema de producción agrícola convencional donde se cultiva frutales como mango (*Mangifera indica* L.), de variedad Edwar y Ken.

Para el control de plagas y enfermedades, su principal actividad es mediante el uso de agroquímicos, entre los que se tiene, los insecticidas y fungicidas. La fertilización se realiza con insumos inorgánicos en su mayoría y orgánicos con menor frecuencia. Estos insumos se aplican de manera moderada, según las necesidades del cultivo.

El suelo agrícola tiene una textura franco arcilloso, cuenta con un contenido de 0.69 por ciento de materia orgánica, mediano contenido de macronutrientes primarios (nitrógeno: 0.03 por ciento, fósforo: 12 partes por millón, potasio: 180 partes por

millón), un ph de 7.47 y conductibilidad eléctrica de 0.33 micromhos por metro, favorable para el desarrollo de los cultivos (ver Apéndice 16).

- **Aspecto Económico**

Los cultivos perennes están distribuidos aleatoriamente en 2.58 hectárea y obtienen un rendimiento de los cultivos de 7 a 10 toneladas por hectárea. La producción se destina al mercado local y nacional, percibiendo el ingreso económico anual.

- **Aspecto Social y Cultural**

El predio está a cargo del papá y mamá. Cuenta con acceso a servicios básicos como: agua potable, energía eléctrica, asistencia médica y educación. La capacitación es regular debido a que está en proceso de asociación.

n. Predio SSE14

- **Aspecto Ecológico-Ambiental**

El predio SSE14 cuenta con un área de 1.28 hectáreas y tiene un sistema de producción agrícola convencional donde se cultiva frutales como mango (*Mangifera indica* L.), de variedad Edwar y Ken, cacao (*Theobroma cacao* L.), limón (*Citrus aurantifolia* Swingle) y plátano (*Musa × paradisiaca* L.).

Para el control de plagas y enfermedades, su principal actividad es mediante el uso de agroquímicos, entre los que se tiene, los insecticidas y fungicidas. La fertilización se realiza con insumos inorgánicos y orgánicos (estiércol de ganado vacuno, ovino y avícola). Estos se aplican de manera moderada según las necesidades del cultivo.

El suelo agrícola tiene una textura franco arcilloso-arenoso, cuenta con un contenido de 0.88 por ciento de materia orgánica, mediano contenido de macroelementos primarios (nitrógeno: 0.04 por ciento, potasio: 10 partes por millón, potasio: 150 partes por millón), un ph de 7.46 y conductibilidad eléctrica de 0.31 micromhos por metro, favorable para el desarrollo de los cultivos (ver Apéndice 17).

- **Aspecto Económico**

El rendimiento de los cultivos es de 7 a 10 toneladas por hectárea. La producción se destina al mercado local y nacional, percibiendo el ingreso económico anual para el mango y semanal para limón y cacao.

- **Aspecto Social y Cultural**

El predio está a cargo del titular y cuenta con acceso a servicios básicos como: agua potable, energía eléctrica, asistencia médica y educación. La capacitación es regular debido a que está en proceso de asociación.

- o. **Predio SSE15**

- **Aspecto Ecológico-Ambiental**

El predio SSE15 cuenta con un área de 1.12 hectáreas y tiene un sistema de producción agrícola convencional donde se cultiva mango (*Mangifera indica* L.), de variedad Edwar y criollo, y limón (*Citrus aurantifolia* Swingle), y cultivos anuales de maíz (*Zea mays* L.) y yuca (*Manihot esculenta* Crantz).

No se tiene un control de plagas y enfermedades que afectan el cultivo. La fertilización se realiza con insumos orgánicos con mayor frecuencia. Estos se aplican de manera moderada, según las necesidades del cultivo.

El suelo agrícola tiene una textura franco arcilloso-arenoso, cuenta con un contenido de 0.84 por ciento de materia orgánica, mediano contenido de macroelementos primarios (nitrógeno: 0.04 por ciento, fósforo: 11 partes por millón, potasio: 180 partes por millón), un ph de 7.46 y conductibilidad de 0.30 micromhos por metro, favorable para el desarrollo de los cultivos (ver Apéndice 18).

- **Aspecto Económico**

Los cultivos perennes y anuales se distribuyen aleatoriamente en 1.12 hectáreas, obteniendo un rendimiento de los cultivos de 3 a 5 toneladas por hectárea. La producción se destina al mercado local y nacional, obteniendo un ingreso económico anual para el mango y semanal para limón.

- **Aspecto Social y Cultural**

El predio está a cargo de la familia (mamá). Cuenta con disponibilidad a servicios básicos como: acceso a agua potable, energía eléctrica, asistencia médica y educación. No recibe ningún tipo de capacitación.

p. Predio SSE16

- **Aspecto Ecológico-Ambiental**

El predio SSE16 cuenta con un área de 5.58 hectáreas y tiene un sistema de producción agrícola convencional donde se encuentra cultivos de mango (*Mangifera indica* L.), limón (*Citrus aurantifolia* Swingle), maíz (*Zea mays* L.) y especies forestales como algarrobo (*Prosopis pallida* (Humb. & Bonpl. ex Willd.)

Kunth), overal (*Cordia lutea* Lam.) y faique (*Acacia macracantha* Humb. & Bonpl. ex Willd.).

Para el control de plagas y enfermedades se hace uso de agroquímicos, entre los que se tiene, los insecticidas y fungicidas. La fertilización se realiza con insumos inorgánicos en su mayoría y orgánicos con menor frecuencia. Estos se aplican de manera moderada, según las necesidades del cultivo.

El suelo agrícola tiene una textura franco arcilloso, cuenta con un contenido de 0.71 por ciento de materia orgánica, mediano contenido de macroelementos primarios (nitrógeno: 0.04 por ciento, fósforo: 9 partes por millón, potasio: 170 partes por millón), un ph de 8 y conductibilidad eléctrica de 0.20 micromhos por metro, favorable para el desarrollo de los cultivos (ver Apéndice 19).

- **Aspecto Económico**

Los cultivos se distribuyen aleatoriamente en 4.58 hectáreas y las especies forestales se distribuyen en 1 hectárea, obteniendo un rendimiento de los cultivos de 7 a 10 toneladas por hectárea. La producción se destina al mercado local y nacional, logrando un ingreso económico anual para el mango y semanal para limón.

- **Aspecto Social y Cultural**

El predio está a cargo del titular. Cuenta con acceso a servicios básicos como: asistencia médica, educación, agua potable y luz eléctrica. La capacitación es regular debido a que está en proceso de asociación.

q. Predio SSE17

- **Aspecto Ecológico-Ambiental**

El predio SSE17 cuenta con un área de 1.82 hectáreas y tiene un sistema de producción agrícola convencional donde se encuentra cultivos de mango (*Mangifera indica* L.), de variedad Edwar y Kent, limón (*Citrus aurantifolia* Swingle) y maíz (*Zea mays* L.).

No se tiene un control de plagas y enfermedades que afectan a los frutales, pero realiza un control de cultivos anuales con agroquímicos. La fertilización se realiza con insumos orgánicos con mayor frecuencia (estiércol de ganado vacuno). Estos se aplican de manera moderada, según las necesidades del cultivo.

El suelo agrícola tiene una textura franco arcilloso, cuenta con un contenido de 0.75 por ciento de materia orgánica, mediano contenido de macronutrientes primarios (nitrógeno: 0.04 por ciento, fósforo: 12 partes por millón, potasio: 160 partes por millón), un pH de 7.45 y conductibilidad eléctrica de 0.32 micromhos por metro, favorable para el desarrollo de los cultivos (ver Apéndice 20).

- **Aspecto Económico**

Los cultivos se distribuyen aleatoriamente en 1.82 hectáreas y obtienen un rendimiento de estos entre 5 a 7 toneladas por hectárea. La producción se destina al mercado local y nacional, logrando un ingreso económico anual para el mango y semanal para limón.

- **Aspecto Social y Cultural**

El predio está a cargo de la familia (papá, mamá e hijos). Cuenta con acceso a servicios básicos como: asistencia médica, educación, agua potable y luz eléctrica. No recibe ningún tipo de capacitación.

r. Predio SSE18

- **Aspecto Ecológico-Ambiental**

El predio SSE18 cuenta con un área de 2.39 hectáreas y tiene un sistema de producción agrícola convencional donde se encuentra cultivos de mango (*Mangifera indica* L.), de variedad Edwar y Kent, y cultivos anuales de maíz (*Zea mays* L.) y yuca (*Manihot esculenta* Crantz).

Para el control de plagas y enfermedades, su principal actividad es mediante el uso de agroquímicos, entre los que se tiene, los insecticidas y fungicidas. La fertilización se realiza con insumos inorgánicos en su mayoría y orgánicos con menor frecuencia. Estos se aplican de manera moderada, según las necesidades del cultivo.

El suelo agrícola tiene una textura franco arcilloso, cuenta con un contenido de 0.48 por ciento de materia orgánica, mediano contenido de macronutrientes primarios (nitrógeno: 0.02 por ciento, fósforo: 12 partes por millón, potasio: 170 partes por millón), un pH de 7.36 y conductibilidad eléctrica de 0.31 micromhos por metro, favorable para el desarrollo de los cultivos (ver Apéndice 21).

- **Aspecto Económico**

El predio desarrolla cultivos perennes como mango (Edwar y Ken) y cultivos anuales de maíz y yuca, distribuido aleatoriamente en 2.39 hectáreas. Se obtiene un rendimiento de los cultivos de 5 a 7 toneladas por hectárea. La producción se destina al mercado local y nacional.

- **Aspecto Social y Cultural**

El predio está a cargo de la familia (papá, mamá e hijos). Cuenta con acceso a servicios básicos como: asistencia médica, educación, agua potable y luz eléctrica. El productor no recibe ningún tipo de capacitación.

3.1.1.1 Diagrama de Flujo del Sistema de Producción Convencional.

La figura 3 muestra el manejo del sistema agrícola convencional: el conjunto de entradas, salidas e interacciones con el manejo de los principales cultivos desarrollados en los predios agrícolas del sector Santa Elena.

Las entradas del sistema agrícola convencional están comprendidas por: energía solar, agua cuya fuente es de río por cuatro meses y los meses siguientes con agua de pozo, fertilizantes que en su mayoría son inorgánicos, realizan un uso extensivo de agroquímicos especialmente para el manejo de plagas y enfermedades, además existe una dependencia de mano de obra externa.

Las interacciones dentro del sistema, se identifica los cultivos preponderantes de mango, limón, yuca, maíz y frejol de palo, los cuales se desarrollan bajo un suelo franco arcilloso, con un bajo contenido de nutrientes y materia orgánica. Existe la participación de un solo miembro de la familia en la mayoría de los predios estudiados, del padre o madre, lo que lleva a una dependencia de mano de obra externa.

El manejo de los residuos agrícolas orgánicos no es el adecuado dado que no se aprovechan y estos se desintegran de forma natural dentro del sistema en la mayoría de los predios convencionales, además en algunos predios convencionales realizan la quema de rastrojos afectando así la biodiversidad y nutrientes del suelo.

En los predios SSE08, SSE09, SSE10, SSE11, SSE15, SSE16, SSE17 y SSE18 los residuos agrícolas inorgánicos se encuentran dispersos a lo largo del predio y los predios SSE01, SSE02, SSE03, SSE04, SSE05, SSE06, SSE07, SSE12 y SSE13 solo los recolectan y almacenan dentro del predio, afectando ambientalmente el mismo predio y predios aledaños.

Las salidas están comprendidas por los productos del sistema, los cuales van destinados para el mercado nacional y local así como también un porcentaje para la familia dentro de los cuales tenemos el mango, limón, yuca, maíz. El frejol de palo se destina netamente para consumo familiar.

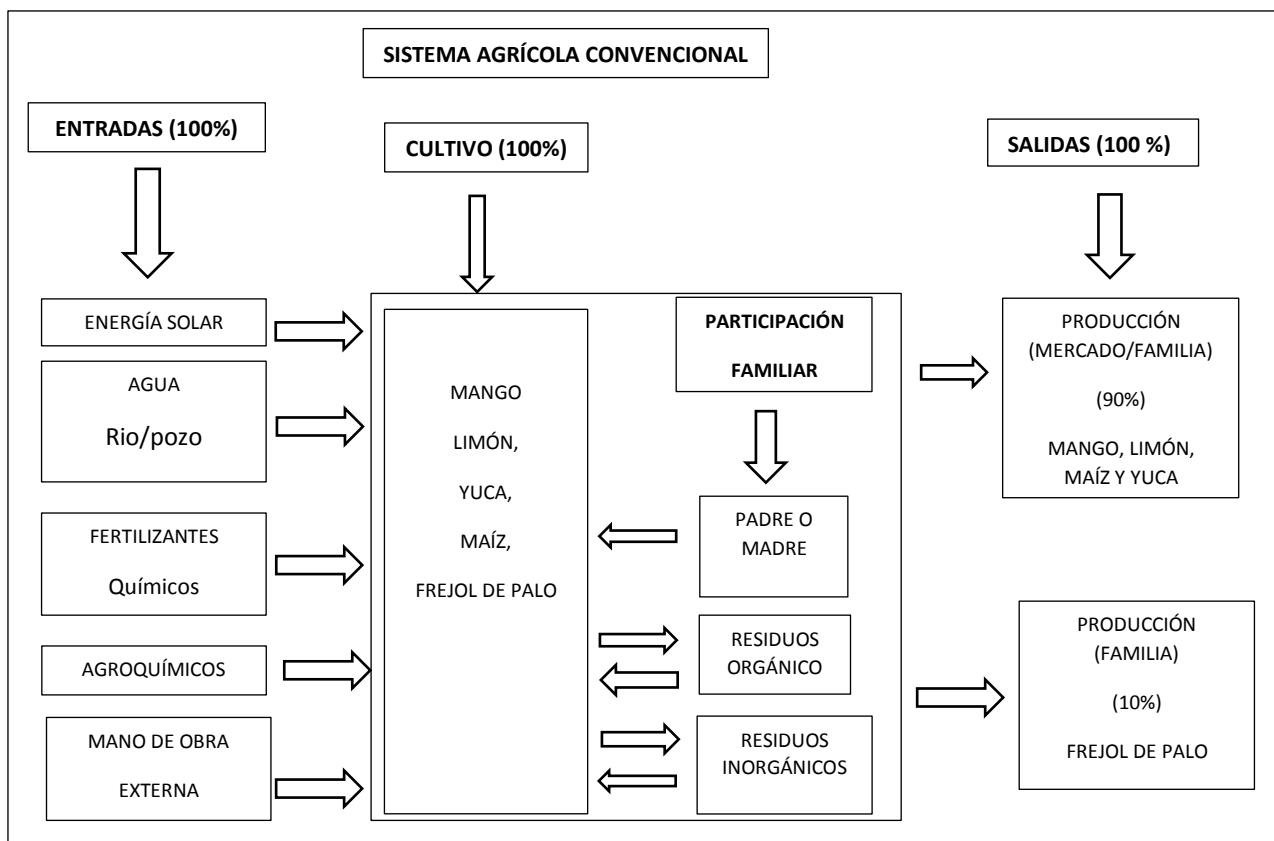


Figura 3. Diagrama de flujo del sistema agrícola convencional del sector Santa Elena.

Fuente: Elaboración propia.

3.1.2. Descripción de Predios Agrícolas con Sistema de Producción Orgánico.

Los predios agrícolas con un sistema de producción orgánicos, realizan una serie de procesos, entre los que se tiene: el control de plagas y enfermedades mediante el uso de productos orgánicos, la fertilización que se realiza con insumos orgánicos (estiércol de ganado vacuno) e insumos orgánicos procesados, la realización de las labores de poda de los diferentes frutales, la limpieza de malezas a nivel de todo el predio y limpieza de drenes, sumado a la recolección y almacenamiento de residuos sólidos inorgánicos en los dos predios orgánicos.

El sistema de riego utilizado a nivel de todos los predios es por inundación y la fuente es agua de río y pozo; asimismo, el tiempo de duración del agua es de, aproximadamente, 4 meses con agua de río y los meses siguientes son abastecidos por agua subterránea proveniente de pozo. Este comportamiento es debido al ciclo de precipitaciones presentes en el año.

a. Predio SSE19

- **Aspecto Ecológico-Ambiental**

El predio SSE20 cuenta con un área de 4.84 hectáreas y tiene un sistema de producción agrícola orgánico donde se encuentra cultivos de frutales como mango (*Mangifera indica* L.), de variedad Edwar y Ken, y cultivos de limón (*Citrus aurantifolia* Swingle) y cacao (*Theobroma cacao* L.).

Para el control de plagas y enfermedades, su principal actividad es orgánica. La fertilización se realiza con insumos orgánicos (estiércol de ganado vacuno) e insumos orgánicos procesados. Estos se aplican de manera moderada, según las necesidades del cultivo.

El suelo agrícola tiene una textura franco arcilloso, cuenta con un contenido de 0.77 por ciento de materia orgánica, mediano contenido de macroelementos primarios (nitrógeno: 0.04 por ciento, fósforo: 12 partes por millón y potasio: 170 partes por millón), con un ph de 7.43 y conductibilidad eléctrica de 0.53 micromhos por metro, ocasionando problemas en el desarrollo de algunos cultivos (ver Apéndice 23).

- **Aspecto Económico**

El cultivo de mango (*Mangifera indica* L.) está distribuido aleatoriamente en 4 hectáreas; además, se puede encontrar un área de 0.84 hectáreas destinada para la producción de cultivos de limón (*Citrus aurantifolia* Swingle) y cacao (*Theobroma cacao* L.), distribuidos aleatoriamente.

El rendimiento de los cultivos es mayor a 10 toneladas por hectárea, teniendo como cultivo predominante el mango Ken y Edwar. El ingreso económico que se percibe es anual para las dos variedades de mango y semanal para el cultivo de limón. El destino de la producción agrícola de mango Edward es para el mercado nacional y la producción del mango Ken es para el mercado internacional (Holanda y Francia).

- **Aspecto Social y Cultural**

El predio está a cargo de la familia (papá, mamá). Cuenta con acceso a servicios básicos como: asistencia médica, educación, agua potable y luz eléctrica. El productor está en frecuente capacitación.

b. Predio SSE20

• Aspecto Ecológico-Ambiental

El predio SSE19 cuenta con un área de 1.59 hectáreas y tiene un sistema de producción agrícola orgánico donde se encuentra cultivos de mango (*Mangifera indica* L.), de variedad Edwar y Ken, limón (*Citrus aurantifolia* Swingle), toronjas (*Citrus paradisi* Macfad.), tamarindo (*Tamarindus indica* L.), granadas (*Punica granatum* L.) y frijol de palo (*Cajanus cajan* (L.) Huth).

Para el control de plagas y enfermedades, su principal actividad es mediante el uso de productos orgánicos. La fertilización se realiza con insumos orgánicos (estiércol de ganado vacuno) e insumos orgánicos procesados. Estos se aplican de manera moderada, según las necesidades del cultivo.

El suelo agrícola tiene una textura franco arcilloso, cuenta con un contenido de 0.49 por ciento de materia orgánica, mediano contenido de macronutrientes primarios (nitrógeno: 0.02 por ciento, fósforo: 11 partes por millón, potasio: 170 partes por millón), con un pH de 7.34 y conductibilidad eléctrica de 0.35 micromhos por metro, favorable para el desarrollo de los cultivos (ver Apéndice 22).

• Aspecto Económico

Los cultivos están distribuidos aleatoriamente en el predio agrícola en 1.59 hectáreas y obtienen un rendimiento de los cultivos de 7 a 10 toneladas por hectárea. La producción se destina al mercado local, nacional e internacional (Francia y Holanda), obteniendo un ingreso económico anual para el mango y semanal para limón.

- **Aspecto Social y Cultural**

El predio está a cargo del titular del predio. Cuenta con acceso a servicios básicos como: asistencia médica, educación, agua potable y luz eléctrica. El productor está en frecuente capacitación.

3.1.2.1 Diagrama de Flujo del Sistema de Producción Orgánico.

La figura 4 muestra el manejo del sistema agrícola orgánico: el conjunto de entradas, salidas e interacciones con el manejo de los principales cultivos desarrollados en los predios agrícolas.

Las entradas del sistema agrícola orgánico están comprendidas por: energía solar, agua cuya fuente es de río y pozo, fertilizantes orgánicos en su mayoría estiércol de ganado vacuno, ovino y caprino; y dependen de mano de obra externa.

Las interacciones dentro del sistema: se identifica los cultivos preponderantes de mango, limón y maíz, los cuales se desarrollan en un suelo franco arcilloso, con un bajo contenido de nutrientes y materia orgánica. Existe la participación de un solo miembro de la familia en la mayoría de los predios estudiados, lo que lleva a una dependencia de mano de obra externa. El manejo de los residuos agrícolas orgánicos no es el adecuado al igual que los predios convencionales debido a que no se aprovechan y estos se desintegran de forma natural dentro del sistema. Respecto al manejo de los residuos agrícolas inorgánicos se recolectan, almacenan y se disponen en un botadero, aunque los disponen fuera del predio el manejo sigue siendo inadecuado debido a que estos residuos necesitan una adecuada disposición final.

Las salidas están comprendidas por los productos del sistema, como el mango cuyo destino es para el mercado internacional (Francia y Holanda), y los productos como el limón y maíz son para el mercado nacional y local así como también un porcentaje para la familia. Dentro de las salidas se considera a los residuos inorgánicos debido a que son dispuestos en un botadero.

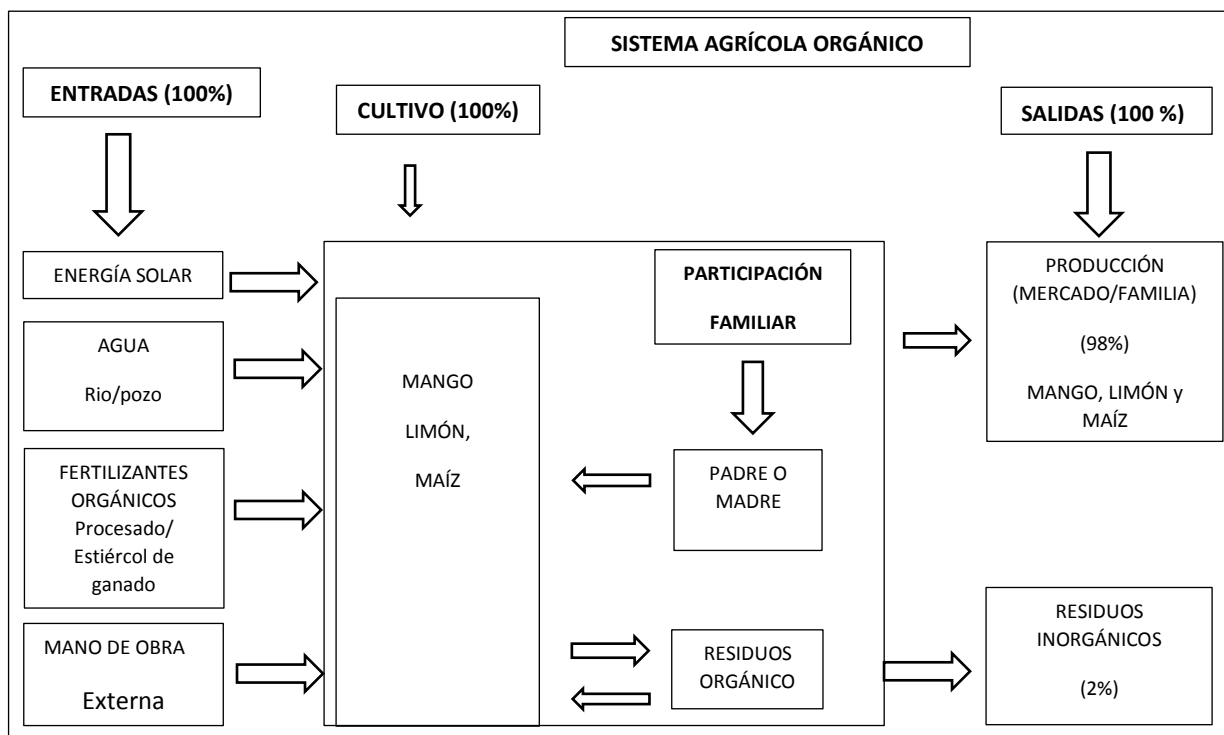


Figura 4. Diagrama de flujo del sistema agrícola orgánico del sector Santa Elena.

Fuente: Elaboración propia.

3.1.3. Evaluación de Sustentabilidad

El análisis para la evaluación de sustentabilidad se realizó por aspectos, utilizando los indicadores estandarizados y ponderados para los tres aspectos; ambiental, económico y social en cada uno de los predios estudiados y de acuerdo al tipo de sistema agrícola identificado (convencional y orgánico). Se procedió a valorar según la escala establecida para cada aspecto y procesar los valores por sus respectivas fórmulas; así se obtuvieron una serie de datos que se representaron en gráficos. Un resultado inferior a 2.5 se consideró como una situación crítica para la sustentabilidad, un valor de 2.5 a 3 como sustentabilidad media y el valor mayor de 3 hasta 5 como mayor sustentabilidad o sustentabilidad alta.

a. Evaluación Ecológico-Ambiental

- **Evaluación Ecológico-Ambiental de Predios Agrícolas con Sistema de Producción Convencional.**

La Tabla 4, muestra valores de los indicadores del aspecto ambiental como: área de conservación, uso de abonos orgánicos, materia orgánica, contenido de nutrientes, uso de agroquímicos, manejo de plagas y enfermedades y eficiencia de uso de agua. Dichos indicadores arrojan valores críticos similares comprendidos de 1.00 a 2.00 para los predios con sistema de producción convencional. Además, se observa un valor máximo de sustentabilidad por predio de 2.40 y un mínimo de 1.90.

Tabla 4

Sustentabilidad ecológico ambiental de predios agrícolas con sistema de producción convencional.

PREDIOS AGRICOLAS	ASPECTO ECOLÓGICO-AMBIENTAL							ASPECTO ECOLÓGICO AMBIENTAL
	PONDERACIÓN							
	2 AC	2 AO	1 MO	1 CN	1 UA	1 MPE	2 EA	
SSE01	2.00	2.00	1.00	2.00	2.00	2.00	3.00	2.10
SSE02	2.00	3.00	1.00	2.00	3.00	1.00	3.00	2.30
SSE03	1.00	2.00	1.00	2.00	2.00	2.00	3.00	1.90
SSE04	1.00	3.00	1.00	2.00	4.00	1.00	3.00	2.20
SSE05	1.00	2.00	1.00	2.00	2.00	2.00	3.00	1.90
SSE06	1.00	4.00	1.00	2.00	3.00	2.00	3.00	2.40
SSE07	1.00	4.00	1.00	2.00	4.00	1.00	3.00	2.40
SSE08	1.00	2.00	1.00	2.00	2.00	2.00	3.00	1.90
SSE09	1.00	3.00	1.00	2.00	3.00	3.00	3.00	2.30
SSE10	1.00	2.00	1.00	2.00	3.00	1.00	3.00	1.90
SSE11	1.00	2.00	1.00	2.00	3.00	2.00	3.00	2.00
SSE12	1.00	2.00	1.00	2.00	3.00	2.00	3.00	2.00
SSE13	1.00	2.00	1.00	2.00	2.00	2.00	3.00	1.90
SSE14	1.00	3.00	1.00	2.00	2.00	2.00	3.00	2.10
SSE15	1.00	2.00	1.00	2.00	3.00	1.00	3.00	1.90
SSE16	2.00	2.00	1.00	2.00	2.00	2.00	3.00	2.10
SSE17	1.00	2.00	1.00	2.00	3.00	1.00	3.00	1.90
SSE18	1.00	2.00	1.00	2.00	2.00	2.00	3.00	1.90

Fuente: elaboración propia.

La Tabla 5, muestra los valores medios o promedios de los indicadores para el aspecto ambiental, donde el indicador, área de conservación, obtuvo como resultado un valor de 1.17, producto de que solo 2 predios cuenta con al menos 0.50 hectáreas con especies forestales, ya sea de algarrobo, faique, nim, guayaquil u overall.

El uso de abonos orgánicos arrojó un valor de 2.44 (ver Tabla 5), debido a que el 67 por ciento de los predios agrícolas usa abonos orgánicos con poca frecuencia (AO) (ver Tabla 4); sin embargo, el indicador de materia orgánica, alcanzó un valor promedio, a nivel de todos los predios con modelo agrícola convencional, de 1 (ver Apéndice 26); se atribuye a que el 100 por ciento de los predios contienen entre 0.1 y 1 por ciento de materia orgánica, lo que representa un bajo porcentaje de materia orgánica.

Un indicador de gran importancia una vez realizado los análisis, es el estado del suelo, y es que el 100 por ciento de los predios agrícolas presentan un bajo contenido de nutrientes (CN) de acuerdo al Instituto Nacional de Innovación Agraria ([INIA], 2016) (ver Tabla 1). El contenido de nutrientes, según la clasificación, es de medio, bajo y alto. El nitrógeno para los predios estudiados es < 0.1 por ciento (bajo), el de fósforo < 7.1 partes por millón y potasio está comprendido entre 100-240 partes por millón (medio); es por ello que se evaluó el contenido con un valor de 2.00, de acuerdo a la escala establecida para ese indicador (ver Tabla 5).

El indicador para el usos de agroquímicos (UA), arrojó un valor promedio de 2.67, atribuido a que el 44.5 por ciento tiene una alta frecuencia de uso de agroquímicos para todos los cultivos, en especial los cultivos anuales, los mismos que se utilizan para el manejo de plagas y enfermedades. Dicho indicador obtuvo un valor de 1.72 (ver Tabla 5).

El indicador para los usos de agua (EA), resultó un valor promedio de 3.00, debido a que el 100 por ciento de los predios agrícolas son abastecidos con agua de pozo y río por un riego de inundación; esto se da porque el agua de río tiene un tiempo de duración de 4 meses, es irregular y depende de las precipitaciones del año; los meses siguientes con menor flujo de agua, son abastecidos por agua proveniente de pozos.

Tabla 5

Sustentabilidad promedio del aspecto ecológico ambiental de predios agrícolas con sistema de producción convencional.

AC	AO	MO	CN	UA	MPE	EA	ASPECTO ECOLÓGICO AMBIENTAL
1.17	2.44	1.00	2.00	2.67	1.72	3.00	2.06

Fuente: Elaboración propia.

- **Evaluación Ecológico-Ambiental de Predios Agrícolas con Sistema de Producción Orgánico.**

La Tabla 6, expone los valores obtenidos para dos predios orgánicos identificados en la muestra estudiada de, sector Santa Elena en los indicadores aplicados para el aspecto ambiental, donde el indicador crítico es, áreas de conservación o forestales (AC) para ambos predios, debido a que no cuentan con un área forestal, seguido de un bajo contenido de nutrientes (CN) y materia orgánica (MO), con un valor de 2.00 y 1.00 respectivamente según el análisis de laboratorio.

Se percibe tres indicadores con valores óptimos de 5.00, que son: uso de abonos orgánicos (AO), uso de agroquímicos (UA) y manejo de plagas y enfermedades (MPE).

Tabla 6

Sustentabilidad del aspecto ecológico ambiental de predios agrícolas con sistema de producción orgánico.

PREDIOS AGRÍCOLAS	ASPECTO ECOLÓGICO-AMBIENTAL							ASPECTO ECOLÓGICO AMBIENTAL
	PONDERACIÓN							
	2 AC	2 AO	1 MO	1 CN	1 UA	1 MPE	2 EA	
SSE19	1.00	5.00	1.00	2.00	5.00	5.00	3.00	3.10
SSE20	1.00	5.00	1.00	2.00	5.00	5.00	3.00	3.10

Fuente: Elaboración propia.

El valor promedio de sustentabilidad para los predios orgánicos, se muestra en la Tabla 7, donde el aspecto ambiental alcanzó un valor de 3.10, considerado como un valor de sustentabilidad alta; sin embargo, presenta ciertos valores críticos de sustentabilidad para los indicadores áreas de conservación (AC), materia orgánica (MO) y contenido de nutrientes (CN), valores similares a los obtenidos para los predios convencionales (ver Tabla 5).

La Tabla 7, muestra el indicador de eficiencia de uso de agua (EA), con un valor promedio igual a los predios convencionales, debido a que en el sector se cuenta con el mismo sistema de riego, ya sea por pozo o gravedad con un riego por inundación, dependiente del ciclo de las precipitaciones en la región.

Tabla 7

Sustentabilidad promedio del aspecto ecológico ambiental de predios agrícolas con sistema de producción orgánico.

AC	AO	MO	CN	UA	MPE	EA	ASPECTO ECOLÓGICO AMBIENTAL
1.00	5.00	1.00	2.00	5.00	5.00	3.00	3.10

Fuente: Elaboración propia.

b. Evaluación Económica.

- **Evaluación Económica de Predios Agrícolas con Sistema de Producción Convencional.**

La Tabla 8, muestra valores de los indicadores del aspecto económico: diversidad de cultivos (DC), áreas de producción (AP), rendimientos de cultivos (RC), diversidad de la producción pecuaria (DPP) y destino de la producción (DP). Dichos indicadores arrojan valores críticos similares, comprendidos de 1.00 a 2.00. Se obtuvo un valor máximo de sustentabilidad por predio de 3.86 y un mínimo de 2.14.

Tabla 8

Evaluación del aspecto económico de sustentabilidad por predio agrícola-convencional.

PREDIOS AGRÍCOLAS	ASPECTO ECONÓMICO					ASPECTO ECONÓMICO
	PONDERACIÓN					
	2 DC	1 AP	2 RC	1 DPP	1 DP	
SSE01	3.00	3.00	4.00	1.00	5.00	3.29
SSE02	4.00	3.00	3.00	3.00	4.00	3.43
SSE03	3.00	3.00	5.00	1.00	5.00	3.57
SSE04	1.00	1.00	3.00	1.00	5.00	2.14
SSE05	4.00	4.00	4.00	1.00	5.00	3.71
SSE06	3.00	1.00	2.00	1.00	5.00	2.43
SSE07	4.00	1.00	2.00	1.00	4.00	2.57
SSE08	3.00	2.00	4.00	1.00	5.00	3.14
SSE09	2.00	2.00	5.00	1.00	5.00	3.14
SSE10	3.00	5.00	4.00	1.00	5.00	3.57
SSE11	3.00	1.00	2.00	1.00	5.00	2.43
SSE12	3.00	1.00	2.00	1.00	5.00	2.43
SSE13	1.00	2.00	4.00	1.00	5.00	2.57
SSE14	3.00	2.00	4.00	1.00	5.00	3.14
SSE15	2.00	1.00	2.00	1.00	5.00	2.14
SSE16	3.00	5.00	4.00	3.00	5.00	3.86
SSE17	3.00	1.00	3.00	1.00	5.00	2.71
SSE18	2.00	2.00	3.00	1.00	5.00	2.57

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 9, muestra una evaluación promedio del aspecto económico de sustentabilidad de predios agrícolas-convencionales, con un valor de 2.94, donde el indicador con valor mínimo resultante es de 1.22, asignado a diversidad de producción pecuaria (DPP), en el cual, solo dos predios realizan producción de, al menos, 3 especies de ganado (vacuno, ovino, caprino y/o actividades de avicultura).

La diversificación de los cultivos (DC), obtuvo un valor de 2.78, debido a que el 55 por ciento de los predios mantienen un nivel de asociación relativamente bajo, pues varios de ellos desarrollan cultivos de mango y limón con cultivos estacionales de yuca, maíz y frijol. Otros predios desarrollan cultivos de mango y limón con plátano y cacao.

Respecto al indicador de área de producción (AP), se tiene un valor de 2.22, debido a que la mayoría de los predios agrícolas cuentan con un área de producción con una extensión de 1 a 2 hectáreas; son predios donde predomina el cultivo de mango y su rendimiento promedio es de 3.33, que es un valor relativamente alto, donde el 38.8% tiene un rendimiento de 7 a 10 toneladas por hectárea (ver Tabla 8). Al evaluar, se ve un comportamiento similar, donde a menor área de producción, menor rendimiento por cultivo (ver Tabla 9).

El destino de la producción obtuvo un valor de 4.89, debido a que el 88.8 por ciento de los productores destina 95 por ciento de su producción para la venta y un 5 por ciento para consumo propio.

Tabla 9

Evaluación promedio del aspecto económico de sustentabilidad de predios agrícolas-convencionales.

DC	AP	RC	DPP	DP	ASPECTO ECONÓMICO
2.78	2.22	3.33	1.22	4.89	2.94

Fuente: Elaboración propia.

- **Evaluación Económica de Predios Agrícolas con Sistema de Producción Orgánico.**

La Tabla 10, muestra valores de los indicadores del aspecto económico: diversidad de cultivos (DC), áreas de producción (AP), rendimientos de cultivos (RC), diversidad de la producción pecuaria (DPP) y destino de la producción (DP). Dichos indicadores arrojan valores críticos similares, comprendidos de 1.00 a 2.00. Se obtuvo un valor máximo de sustentabilidad por predio de 3.71 y un mínimo de 3.43.

Tabla 10

Evaluación del aspecto económico de sustentabilidad de predios orgánicos.

PREDIOS AGRÍCOLAS	ASPECTO ECONÓMICO					ASPECTO ECONÓMICO
	PONDERACIÓN					
	2	1	2	1	1	
	DC	AP	RC	DPP	DP	
SSE19	3.00	4.00	5.00	1.00	5.00	3.71
SSE20	4.00	2.00	4.00	1.00	5.00	3.43

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 11, muestra una evaluación promedio del aspecto económico de sustentabilidad de predios agrícolas orgánicos, con un valor de 3.57, donde el indicador con valor mínimo resultante es 1.00, debido a la no realización de producción pecuaria.

La diversificación de los cultivos (DC) obtuvo un valor alto de 3.50, existiendo una diversificación de cultivos en los predios orgánicos con asociación media, a diferencia de predios convencionales, que se obtuvo un valor de 2.78, atribuido a una diversificación media de cultivos.

El indicador de área de producción (AP), está relacionado directamente al indicador de rendimiento de cultivo (RC) y los valores obtenidos son de 3.00 y 4.50 respectivamente. Los predios orgánicos comprenden áreas de entre 3 a 5 hectáreas, con un rendimiento del predio, mayor a 10 toneladas por hectárea y con cultivo de mango, con mayor predominancia, al igual que los predios convencionales.

El destino de la producción (DP) obtuvo un valor de 5.00, ya que el 100 por ciento de los productores destina un 95 por ciento de su producción para la venta y un 5 por ciento para consumo propio. Son productores que se encuentran asociados y tiene mayor acceso a un mercado nacional e internacional.

Tabla 11

Evaluación promedio del aspecto económico de sustentabilidad de predios orgánicos.

DC	AP	RC	DPP	DP	ASPECTO ECONÓMICO
3.50	3.00	4.50	1.00	5.00	3.57

Fuente: Elaboración propia.

c. Evaluación Social.

- **Evaluación Social de Predios Agrícolas con Sistema de Producción Convencional.**

La tabla 12 muestra valores de los indicadores del aspecto social: servicios básicos (SB), capacitación (C) y participación familiar (PF). Dichos indicadores arrojan valores críticos similares, comprendidos de 1.00 a 2.00. Se obtuvo un valor máximo de sustentabilidad por predio de 4.80 y un mínimo de 1.40.

Tabla 12

Evaluación del aspecto social de sustentabilidad de predios convencionales.

PREDIOS AGRÍCOLAS	ASPECTOS SOCIALES Y CULTURALES			
	PONDERACIÓN			ASPECTO SOCIALES Y CULTURALES
	1 SB	2 C	2 PF	
SSE01	4.00	4.00	1.00	2.80
SSE02	3.00	2.00	3.00	2.60
SSE03	4.00	4.00	2.00	3.20
SSE04	4.00	1.00	1.00	1.60
SSE05	5.00	3.00	1.00	2.60
SSE06	4.00	2.00	2.00	2.40
SSE07	4.00	1.00	2.00	2.00
SSE08	4.00	2.00	5.00	3.60
SSE09	4.00	5.00	5.00	4.80
SSE10	5.00	1.00	2.00	2.20
SSE11	3.00	1.00	1.00	1.40
SSE12	3.00	1.00	2.00	1.80
SSE13	4.00	4.00	2.00	3.20
SSE14	5.00	4.00	1.00	3.00
SSE15	4.00	1.00	1.00	1.60
SSE16	4.00	3.00	3.00	3.20
SSE17	4.00	2.00	3.00	2.80
SSE18	4.00	2.00	5.00	3.60

Fuente: Elaboración propia.

El indicador de acceso a servicios básicos, tiene como promedio 4.00, donde el 66.6 por ciento de los productores tienen acceso a la mayoría de estos servicios: agua potable, energía eléctrica, asistencia médica y educación; sin embargo, el indicador de capacitación, obtuvo un valor medio de 2.39, deduciéndose que un 33.3 por ciento de los productores convencionales no reciben ningún tipo de capacitación para manejo del sistema (ver tabla 13).

La asistencia de los predios cuenta con la participación familiar, a un nivel promedio, de los 18 predios agrícolas convencionales, con un valor de 2.33, debido a que el mayor porcentaje de participación familiar se le atribuye a un solo miembro de la familia.

Tabla 13

Evaluación promedio del aspecto social de sustentabilidad de predios convencionales.

SB	C	PF	ASPECTO SOCIAL Y CULTURAL
4.00	2.39	2.33	2.69

Fuente: Elaboración propia.

- **Evaluación Social de Predios Agrícolas con Sistema de Producción Orgánico.**

La Tabla 14, muestra valores de los indicadores del aspecto social en los predios orgánicos: servicios básicos, capacitación y participación familiar. Dichos indicadores arrojan valores similares, pues se obtuvo un valor máximo de sustentabilidad por predio de 4.60 y un mínimo de 3.40. Estos valores son óptimos.

Tabla 14

Evaluación del aspecto social de sustentabilidad de predios orgánicos.

PREDIOS AGRÍCOLAS	ASPECTOS SOCIALES Y CULTURALES			
	PONDERACIÓN			ASPECTO SOCIALES Y CULTURALES
	1 SB	2 C	2 PF	
SSE19	5.00	5.00	4.00	4.60
SSE20	5.00	5.00	1.00	3.40

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 15, muestra los valores promedios del aspecto social para los predios orgánicos, donde el indicador de acceso a servicios básicos (SB) promedio es de 5.00, y los productores de los dos predios tienen acceso a todos estos servicios: agua potable, alcantarillado, energía eléctrica, asistencia médica y educación; sin embargo, el indicador de capacitación (C) obtuvo un valor óptimo de 5.00, valor atribuido a que todos los productores orgánicos reciben constante capacitación.

La asistencia de los predios tiene la participación familiar, a nivel promedio de los dos predios agrícolas convencionales, de un valor de 2.50, debido a que el mayor porcentaje de participación familiar, se le atribuye a un solo miembro de la familia.

Tabla 15

Evaluación promedio del aspecto social de sustentabilidad de predios orgánicos.

SB	C	PF	ASPECTO SOCIAL Y CULTURAL
5.00	5.00	2.50	4.00

Fuente: Elaboración propia.

d. Sustentabilidad Orgánico- Convencional

La tabla 16 muestra los valores generales de sustentabilidad por modelo agrícola identificado, resultando un valor medio de sustentabilidad para los predios convencionales y valor mayor para predios orgánicos.

Tabla 16

Sustentabilidad promedio por modelo agrícola.

	Aspecto ambiental	Aspecto económico	Aspecto social	sustentabilidad general
Convencional	2.06	2.94	2.69	2.56
Orgánico	3.10	3.57	4.00	3.56

Fuente: Elaboración propia.

e. Sustentabilidad

La Tabla 17, muestra la evaluación de sustentabilidad a nivel de los veinte predios estudiados. Por cada uno de estos, se obtuvo un valor mínimo de 1.88; dicho valor le corresponde al predio 15, que cuenta con un sistema de producción agrícola convencional y con cultivos de mango, de variedad Edwar y Kent. Es un predio en el cual, con poca frecuencia se hace uso de abonos orgánicos y fertilizantes, no realiza

un control de plagas y enfermedades que afectan a los cultivos anuales, como el mango. Dicho sistema está a cargo de una sola persona, la cual no recibe ningún tipo de capacitación o asistencia técnica.

El valor máximo alcanzado de sustentabilidad, le corresponde al predio 19, un predio agrícola con un sistema de manejo orgánico, el cual obtuvo un valor de sustentabilidad de 3.80, considerado como bueno. Es un predio con valores superiores a 3.00, en los tres aspectos de sustentabilidad evaluados.

Tabla 17

Sustentabilidad por predio agrícola del sector Santa Elena.

PREDIOS AGRÍCOLAS	SUSTENTABILIDAD POR PREDIO AGRÍCOLA
SSE01	2.73
SSE02	2.78
SSE03	2.89
SSE04	1.98
SSE05	2.74
SSE06	2.41
SSE07	2.32
SSE08	2.88
SSE09	3.41
SSE10	2.56
SSE11	1.94
SSE12	2.08
SSE13	2.56
SSE14	2.75
SSE15	1.88
SSE16	3.05
SSE17	2.47
SSE18	2.69
SSE19	3.80
SSE20	3.31

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 5 muestra el comportamiento de sustentabilidad por predio agrícola a nivel de los veinte predios agrícolas evaluados en el sector Santa Elena. Se obtuvieron cuatro valores mayores a 3.00, valores atribuidos a cuatro predios, de los cuales dos son convencionales y dos orgánicos; los predios SSE09 y SSE16 presentaron valores negativos para el aspecto ambiental y valores medios para el

económico y social, en cambio los predios orgánicos SSE19 y SSE20 presentaron valores positivos mayores a 3.00 en los tres aspectos estudiados.

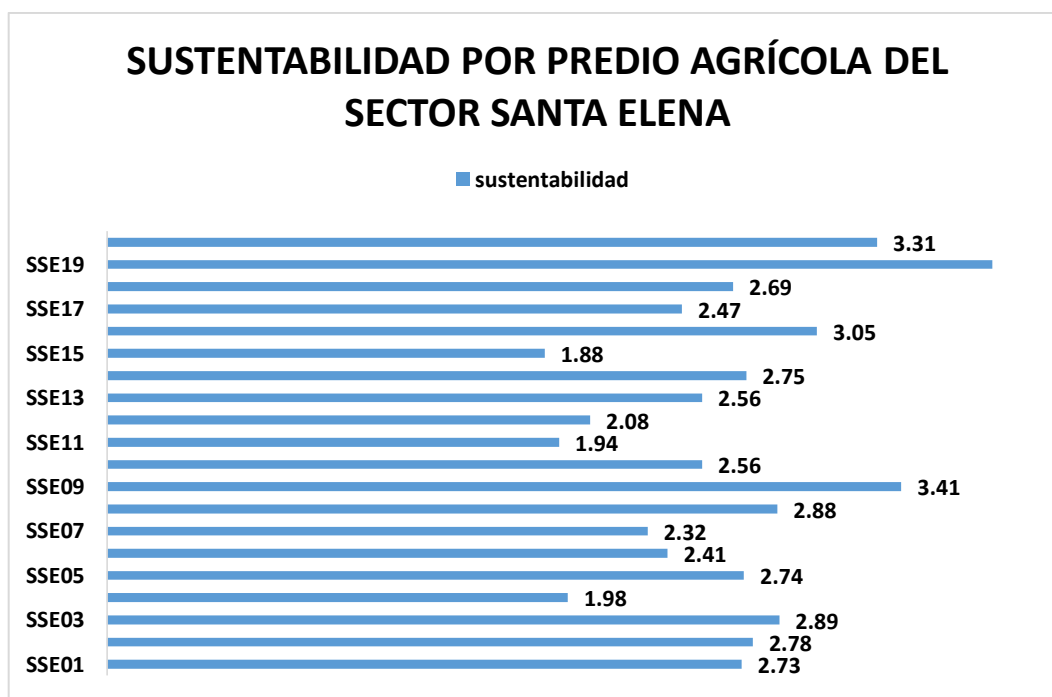


Figura 5. Sustentabilidad por predio agrícola del sector Santa Elena.

Fuente: elaboración propia.

La Tabla 18, muestra un valor promedio de sustentabilidad a nivel del sector, de 2.66, presentando ciertas debilidades en el aspecto de sustentabilidad ambiental, con valor de 2.17.

Los indicadores del aspecto ambiental con valores por debajo del valor medio de sustentabilidad, son de 1.20, 1.00, 2.00 y 2.10. Dichos valores corresponden a indicadores de: áreas de conservación (AC), contenido de materia orgánica (MO), contenido de nutrientes (CN) y manejo de plagas y enfermedades (MPE) (ver Apéndice 31).

El aspecto económico obtuvo un valor de 3.00, considerado como bueno para la sustentabilidad, donde el indicador de diversificación de la producción pecuaria tiene

el valor crítico de 1.20 y el indicador de áreas de producción (AP) es de 2.30, acercándose al valor medio (ver apéndice 31).

El aspecto social y cultural obtuvo un valor de 2.82, aunque con ciertas debilidades en cuanto a capacitación de los productores y participación familiar.

Tabla 18

Sustentabilidad promedio del sector Santa Elena

ASPECTO ECOLÓGICO AMBIENTAL	ASPECTO ECONÓMICO	ASPECTO SOCIALES Y CULTURALES	SUSTENTABILIDAD PROMEDIO
2.17	3.00	2.82	2.66

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 6, vemos el comportamiento de sustentabilidad promedio en los tres aspectos evaluados sobre este, presentado por los predios agrícolas, respecto al valor máximo de sustentabilidad, alcanzado a nivel de los veinte predios agrícolas evaluados en el sector Santa Elena.

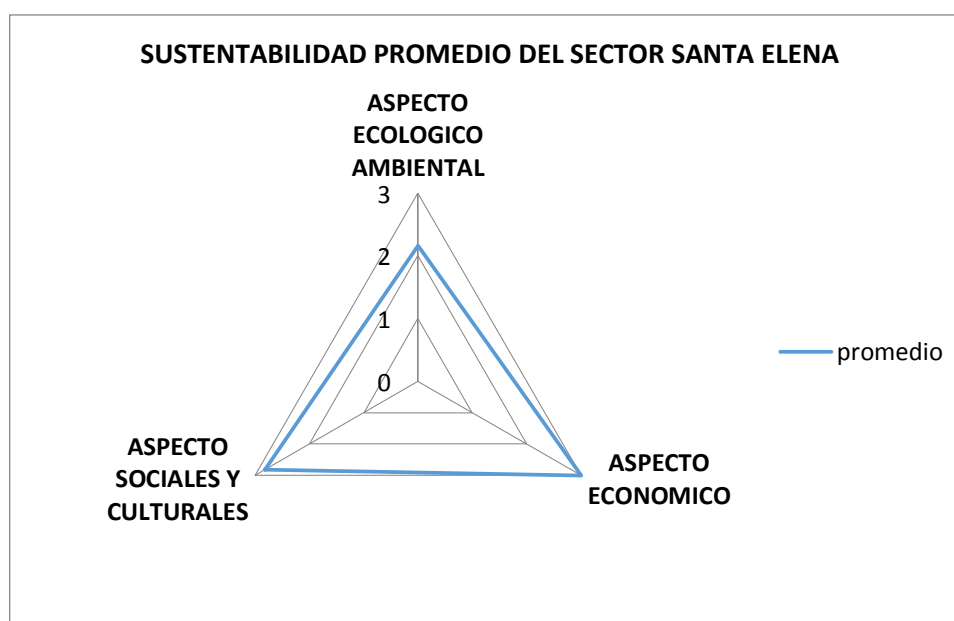


Figura 6: Sustentabilidad general del sector Santa Elena.

Fuente: elaboración propia.

La Tabla 19, muestra el área de los predios agrícolas junto con los valores de sustentabilidad, alcanzado en cada aspecto de cada uno de los 20 sistemas agrícolas. Además, se muestra el valor promedio logrado en el sector Santa Elena.

Tabla 19

Área de predios agrícolas del sector Santa Elena y sustentabilidad alcanzada.

PREDIOS AGRÍCOLAS	ÁREA (ha)	ASPECTO ECOLÓGICO AMBIENTAL	ASPECTO ECONÓMICO	ASPECTO SOCIALES Y CULTURALES	SUSTENTABILIDAD POR PREDIO AGRÍCOLA	SUSTENTABILIDAD PROMEDIO
SSE01	3.08	2.10	3.29	2.80	2.73	2.66
SSE02	3.44	2.30	3.43	2.60	2.78	
SSE03	3.29	1.90	3.57	3.20	2.89	
SSE04	1.31	2.20	2.14	1.60	1.98	
SSE05	3.18	1.90	3.71	2.60	2.74	
SSE06	0.90	2.40	2.43	2.40	2.41	
SSE07	1.07	2.40	2.57	2.00	2.32	
SSE08	2.66	1.90	3.14	3.60	2.88	
SSE09	2.81	2.30	3.14	4.80	3.41	
SSE10	5.11	1.90	3.57	2.20	2.56	
SSE11	1.00	2.00	2.43	1.40	1.94	
SSE12	1.05	2.00	2.43	1.80	2.08	
SSE13	2.58	1.90	2.57	3.20	2.56	
SSE14	1.28	2.10	3.14	3.00	2.75	
SSE15	1.12	1.90	2.14	1.60	1.88	
SSE16	5.58	2.10	3.86	3.20	3.05	
SSE17	1.82	1.90	2.71	2.80	2.47	
SSE18	2.39	1.90	2.57	3.60	2.69	
SSE19	4.84	3.10	3.71	4.60	3.80	
SSE20	1.59	3.10	3.43	3.40	3.31	

Fuente: Elaboración propia.

f. Manejo de Residuos Sólidos Agrícolas.

El manejo de los residuos sólidos en los predios agrícolas es inadecuado, pues el 40 por ciento de estos no maneja los residuos que se generan ahí, por lo que se le consideró con un valor de 1. Además, un 60 por ciento solo se recolecta y almacena los residuos sólidos generados; por consiguiente, se consideró con un valor de 2.

El manejo de los residuos sólidos no es el adecuado, debido a que, para que se considere un óptimo manejo de estos, se tendrían que recolectarlos, segregarlos, almacenarlos, reciclarlos y trasladarlos a un lugar donde no sea perjudicial o se

realice un tratamiento adicional, con la finalidad de que no contamine el medio ambiente (ver Figura 7).

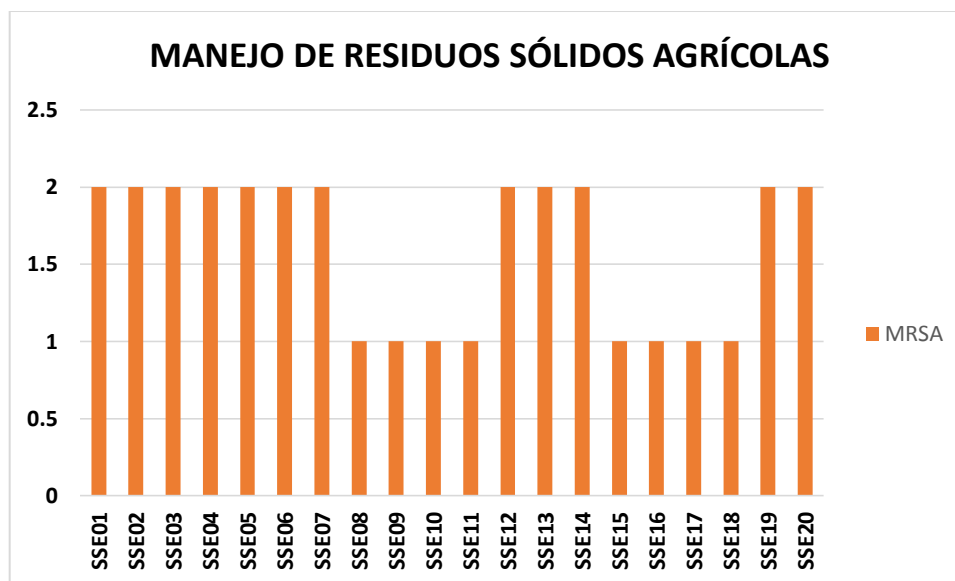


Figura 7. Manejo de los residuos sólidos agrícolas en el sector Santa Elena.

Fuente: elaboración propia.

3.2 DISCUSIONES

3.2.1. Evaluación de Sustentabilidad

a. Evaluación Ecológico-Ambiental

La metodología descrita comprende una estandarización y ponderación en escala de 1.00 a 5.00, donde un resultado inferior a 2.50 se consideró como una situación crítica para la sustentabilidad, un valor de 2.50 a 3.00 como sustentabilidad media y el valor mayor de 3.00 hasta 5.00 como mayor sustentabilidad o sustentabilidad alta. La figura 8 muestra los valores obtenidos de sustentabilidad para el aspecto ambiental de los predios agrícolas convencionales. El valor promedio para dicho aspecto alcanzado es 2.061. (ver Tabla 5), considerado como sustentabilidad media, mientras que los predios orgánicos alcanzaron un valor mayor de 3.10 (ver Tabla 7).

En un estudio que realizó Suares (2003), evaluó la sustentabilidad haciendo uso de indicadores. Los resultados obtenidos demuestran una similitud a los resultados del presente trabajo, especialmente para el aspecto ambiental, donde evaluó la sustentabilidad de dos sistemas productivos, un monocultivo y otro diversificado; el aspecto ambiental para el monocultivo arrojó valores negativos de sustentabilidad ambiental y positivo para el aspecto económico, mientras que el diversificado, valores positivos para el ambiental y social.

La agricultura orgánica y la convencional se diferencian por el uso de fertilizantes y pesticidas químicos en sus prácticas agrícolas (Lampkin, 1990 citado por Nicholls y Altieri, 2012, p 30). Es por ello, que el indicador promedio de uso de agroquímicos para predios convencionales y orgánicos, obtuvo valores de 2.60 y 5.00 respectivamente, siendo una diferencia muy significativa (ver Figura 8). Cabe resaltar, que el cultivo orgánico usa menos energía fósil y conserva los recursos naturales y la biodiversidad más que la agricultura convencional (Nicholls y Altieri, 2012, p 30).

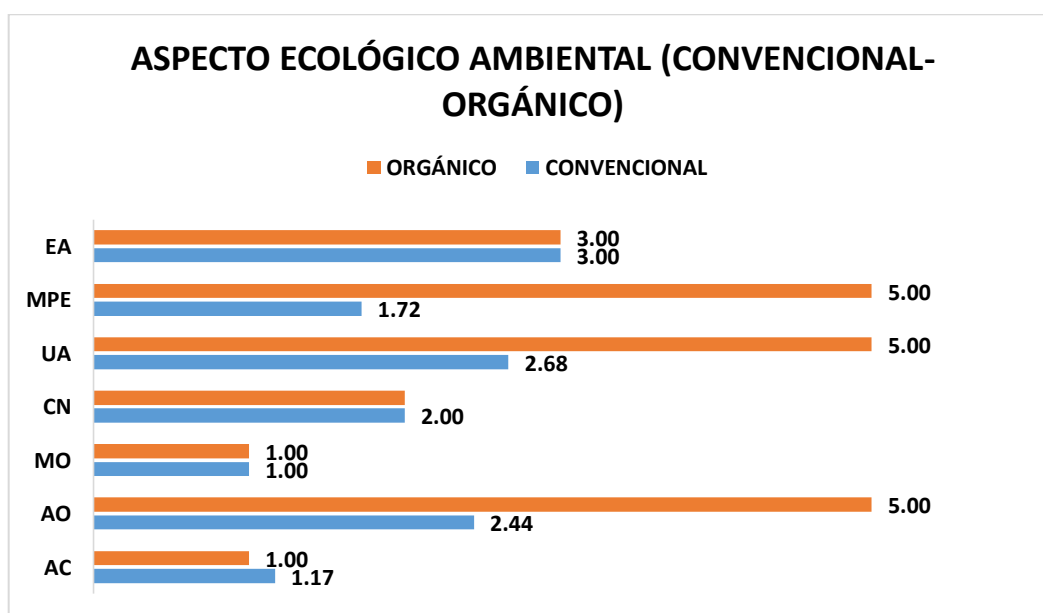


Figura 8. Sustentabilidad promedio del aspecto ambiental de predios agrícolas convencionales y orgánicos.

Fuente: elaboración propia.

b. Evaluación Económica.

La figura 9 muestra los valores de indicadores promedio para el aspecto económico de los dos modelos de producción agrícola. La producción convencional arrojó un valor de 2.94 (ver Tabla 9) y el sistema de producción orgánica, un valor superior de 3.57 (ver Tabla 11).

Se demostró una diferencia mayor en los valores para los indicadores de diversidad de la producción (DP) y área de producción (AP). Los sistemas convencionales obtuvieron un valor de 2.78 para diversidad de cultivos, valor considerado medio en la escala establecida en el marco de la investigación, pero bajo comparado con el valor 3.50 obtenido para el modelo orgánico (ver Figura 9).

Un sistema diversificado conlleva a una mayor diversidad de la biota asociada, mejor polinización y mayor regulación de plagas, malezas y servicios ecosistémicos, obteniendo de esta manera una mayor productividad y resiliencia ante las perturbaciones ambientales (Altieri, 2002, citado por Nicholls y Altieri, 2012, p 31).

El indicador Área de producción, obtuvo valores de 2.22 para predios convencionales con un rendimiento de cultivo de valor de 3.33, y para predios orgánicos obtuvo el valor de 3.00 con un rendimiento del cultivo promedio de 4.50 (ver Figura 9).

Los predios convencionales están comprendidos, en promedio, por 2 ha y obtienen un rendimiento promedio de 7 toneladas por hectárea, mientras que los predios orgánicos comprenden una extensión promedio de 4 hectáreas con una producción mayor a 10 toneladas por hectárea. Cabe resaltar que el cultivo perenne predominante en todos los predios de la unidad muestral, es el mango. No obstante, una finca pequeña puede llegar a tener una mayor producción que una finca de mayor extensión, es por ello que la relación entre la extensión del predio y el rendimiento, es atribuido al uso más eficiente del recurso suelo, agua, biodiversidad

y otros recursos de los agricultores pequeños (Rosset, 1999, citado por Nicholls y Altieri, 2012, p 32).

La Figura 9 también muestra resultados respecto al indicador de destino de la producción, donde ambos modelos de sistema agrícola obtuvieron valores altos y casi el 100 por ciento de los productores destina su producción al mercado. En el caso de los convencionales, el destino es al mercado nacional y los productores orgánicos, debido a que pertenecen a una organización (el mercado es nacional e internacional). El mercado internacional es especialmente para el cultivo de mango, ya que es el predominante.

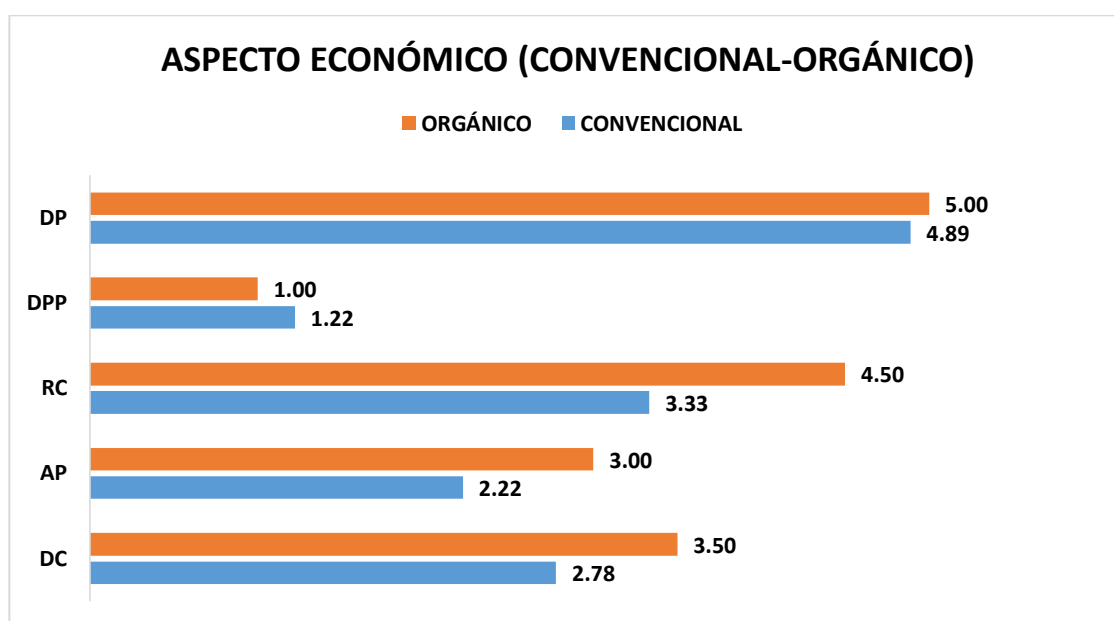


Figura 9. Sustentabilidad promedio del aspecto económico de predios agrícolas convencionales y orgánicos.

Fuente: elaboración propia.

c. Evaluación Social.

La evaluación social se realizó haciendo uso de tres indicadores, comprendidos por: acceso a servicios básicos (SB), capacitación (C) y participación familiar (PF).

El valor mínimo se atribuye a participación familiar, obteniéndose un valor de 2.33 y 2.50 para el sistema de producción convencional y orgánico respectivamente (ver

Figura 10); dicho indicador es de suma importancia, debido a que la participación familiar en el manejo del predio, contribuye a fortalecer el aspecto cultural y transmitir los diferentes conocimientos tradicionales que aportan a la sustentabilidad del sistema (Gómez, Limón y Arriaza, 2011 citado por Meza y Julca., 2015, p 61). Además, si no existe participación de más miembros de la familia, ocasiona una dependencia de una mayor demanda de mano de obra.

La capacitación de los productores es esencial para la dirección del sistema; los predios con un modelo convencional presentan un nivel menor de capacitación con un valor promedio de 2.39, y los predios con un modelo orgánicos están en constante capacitación. Un rol importante es el estar organizado, debido a que les brinda mayores facilidades o accesos a talleres y charlas referidas al manejo adecuado del sistema agrícola.

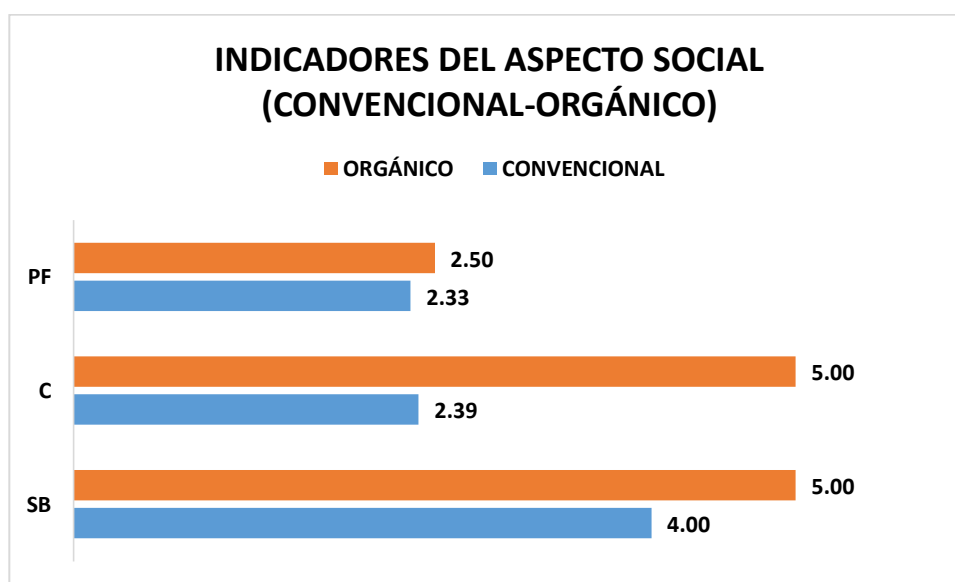


Figura 10. Sustentabilidad promedio del aspecto social de predios agrícolas convencionales y orgánicos.

Fuente: elaboración propia.

d. Sustentabilidad Promedio

Se realizó una evaluación promedio del sector con la finalidad de tener un índice de sustentabilidad. Los resultados indicaron que, 7 predios alcanzaron una sustentabilidad baja, 9 una sustentabilidad media y 4 predios una sustentabilidad alta (ver Tabla 17).

A nivel de todos los predios, el aspecto ambiental está debilitado, con menores fortalezas en el contenido de materia orgánica, nutrientes del suelo y manejo de plagas y enfermedades, en especial aquellos predios con sustentabilidad media y critica. Respecto al aspecto económico y social, se obtuvieron valores medios, con dificultades en los indicadores de Diversidad de producción, Área de producción, Participación familiar y Capacitación. En un estudio que realizaron en La Convención, Cusco, para evaluar la sustentabilidad haciendo uso de indicadores para cultivos de yuca, se mostró dificultades similares a las presentadas en la presente investigación, relacionados con agroforestería, diversidad de cultivares y el área destinada a la producción de yuca. La sustentabilidad obtuvo un promedio de 3.64, correspondiente a un nivel de sustentabilidad intermedia en el ámbito de dicha investigación (Meza & Julca, 2015).

El 20 por ciento de los predios que obtuvieron un valor mayor de sustentabilidad, se consideran como un modelo para el manejo agrícola respecto a los otros predios, pero con ciertos aspectos a mejorar, con la finalidad de mantener y mejorar la sustentabilidad del sistema agrícola.

Un aspecto clave a considerar para una correcta sustentabilidad, es el manejo de los residuos sólidos, los cuales a nivel de todos los 20 predios de la unidad de muestreo, no se realizó un correcto manejo de ellos, debido a que solo se recolectan y almacenan más no brindan un adecuado tratamiento, contribuyendo al deterioro y degradación del ecosistema. Muchos de los productores desconocen el daño que los residuos inorgánicos ocasionan, en especial aquellos residuos de agroquímicos; también desconocen el manejo que se debe brindar para la no reutilización de dichos residuos y ejercer una buena disposición final.

CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES

1. La sustentabilidad alcanza un valor promedio de 2.66, la cual se encuentra dentro del rango de sustentabilidad media; en el aspecto ecológico ambiental, económico y sociocultural en el sector Santa Elena, se obtuvo como resultado valores de 2.165, 3 y 2.82 respectivamente. La sustentabilidad económica en el sector Santa Elena es mayor, debido a que se tiene el mango como cultivo predominante, con un rendimiento de 7 a 10 toneladas por hectárea en el 35 por ciento de los predios estudiados y donde el 95 por ciento de la producción es destinada para la venta al mercado. Asimismo, el 35 por ciento de los predios presentan una sustentabilidad promedio crítica (inferior a 2.5), el 45 por ciento una sustentabilidad media (de 2.5 a 3) y solo un 20 por ciento una sustentabilidad mayor (de 3 a 5).
2. Los tipos de procesos agrícolas desarrollados en los 20 sistemas productivos del sector Santa Elena, corresponden a dos modelos agrícolas, convencionales y orgánicos, donde: 18 son convencionales y 2 son orgánicos. Se obtuvieron valores promedio de sustentabilidad para cada uno de los dos modelos agrícolas donde los predios orgánicos alcanzaron un valor de 3.56, mayor a los convencionales con un valor de 2.56, demostrando así, debilidades en los predios convencionales en cuanto al manejo de plagas y enfermedades, fertilización, uso de agroquímicos y la diversificación de la producción, así como también una deficiencia en cuanto al contenido de materia orgánica y nutrientes para ambos sistemas productivos. El manejo de los residuos agrícolas orgánicos no es el adecuado para ambos predios debido a que no se aprovechan y estos se desintegran de forma natural dentro del sistema, asimismo residuos agrícolas inorgánicos se recolectan, almacenan y se disponen en un botadero, aunque los disponen fuera del predio el manejo sigue

siendo inadecuado debido a que estos residuos necesitan una adecuada disposición final.

3. La metodología empleada para el análisis de sustentabilidad de la zona permitió la evaluación la sustentabilidad a nivel de los 20 predios agrícolas del sector Santa Elena en el aspecto ecológico ambiental, económico y sociocultural. La investigación demuestra deficiencias de los productores para el manejo sustentable de la agricultura, en especial los productores convencionales para el aspecto ambiental. Su evaluación es importante para identificar puntos críticos relacionados al manejo del predio agrícola del pequeño productor y hacer una agricultura resiliente frente a situaciones que afecten el desarrollo sustentable.

CAPÍTULO V: RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar estudios más a fondo respecto a la evaluación de sustentabilidad de predios agrícolas en el departamento de Piura, debido a que es una de las principales actividades de sustento de nuestra región, para lo cual se debe desarrollar indicadores a la realidad de la zona. Así se lograría identificar las debilidades de los agricultores en cuanto al manejo del predio y poder desarrollar una agricultura sustentable en el aspecto ambiental, económico y social, contribuyendo de esta manera al desarrollo sostenible.
2. Fomentar el desarrollo de buenas prácticas agrícolas a través de capacitaciones y asistencia técnica a los pequeños productores, con la finalidad de mejorar las actividades de manejo del predio y la adecuación de la agricultura ante el cambio climático.
3. Fomentar la asociatividad de los pequeños productores y mejorar el manejo sustentable de los predios para una adecuada capacitación en el desarrollo del sistema, sumado a la búsqueda de mejores canales de comercialización de los productos del sector.
4. Evaluar el indicador de Calidad de suelos, realizando un análisis del terreno para el monitoreo de la disponibilidad de nutrientes en la superficie y la adecuada adición de los mismos.
5. Fomentar el uso de energía, limpia y renovable, que en la región no se están aprovechando, como es el caso de la energía fotovoltaica a través de paneles solares para la activación de sistemas de riego.

6. El manejo de los residuos sólidos es un factor relevante en el desarrollo sustentable. Se recomienda establecer y desarrollar programas que permitan el adecuado tratamiento de los residuos sólidos inorgánicos agrícolas en las diferentes etapas de recolección, segregación, almacenamiento, reciclaje y traslado de los residuos, con la finalidad de reducir la contaminación de los campos agrícolas. Asimismo fomentar el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos con la finalidad de generar abonos orgánicos, mediante la realización de talleres de producción de abonos orgánicos para el sustento de sistema agrícola.
7. Realizar un análisis a fondo de los predios agrícolas con un sistema de producción orgánico debido a que en el estudio se analizaron solo dos predios con dicho sistema de producción, con la finalidad de identificar aspectos críticos y fortalecer sus capacidades.

CAPÍTULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarado, B.(2014). *Análisis de la adopción tecnológica de técnicas agrícolas orgánicas para productores de café*. Natura@economia vol. 2(1). Recuperado de: <https://www.google.com.pe/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwihqYjC2JzQAUC62MKHVOZAM4QFggkMAI&url=http%3A%2F%2Frevistas.lamolina.edu.pe%2Findex.php%2Fneu%2Farticle%2Fdownload%2F50%2F49&usg=AFQjCNE8b7u8q6Zb9YW5z2Ie6v2EK3rhA&bvm=bv.138169073,d.eWE>
- Altieri, et.al. (1999). *Agroecología Bases científicas para una agricultura sustentable*. Montevideo: Editorial Nordan-Comunidad. Recuperado de <http://www.agroecologia.net/wp-content/uploads/2014/01/Agroecologia-bases-altieri.pdf>
- Altieri, M & Nicholls, C (2000). *Agroecología* (pp.115-116).Mexico D.F. Recuperado de <http://www.agro.unc.edu.ar/~biblio/AGROECOLOGIA2%5B1%5D.pdf>
- Altieri, M & Nicholls, C (2007). *Conversión agroecológica de sistemas convencionales de producción: teoría, estrategias y evaluación*. *Ecosistemas*. 16(1), 3-12. Recuperado de <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/download/133/130>
- Altieri, M & Nicholls, C (2009). *Biodiversidad y manejo de plagas en agroecosistemas..* Recuperado de <https://www.socla.co/wp-content/uploads/2014/BiodiversidadAltieriNicholls.pdf>

- Astier M, Masera O & Galván Y (2008). *Evaluación de sustentabilidad un enfoque dinámico y multidimensional*. Recuperado de http://www.ciga.unam.mx/publicaciones/images/abook_file/9788461256419.pdf
- Ayora, L. (2015). Determinación de atributos y evaluación de la sustentabilidad de parcelas agrícolas (fincas) en la cuenca media y baja del río Supe, Barranca. *Aporte Santiaguino*. 8 (2), 229-240. Recuperado de <http://investiga.unasam.edu.pe/Publicaciones/archivos/AporteSantiaguinoVol8,N2,2015.pdf>
- Astier, M., Maass, M., & Etcheverst, J. (2002). Derivación de indicadores de calidad de suelos en el contexto de la agricultura sustentable. *Agrociencia*, vol.(36), 605-620 recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/302/30236511.pdf>
- Bolívar, H. (2011). Metodologías e indicadores de evaluación de sistemas agrícolas hacia el desarrollo sostenible. *Cicag*. Vol (8). Recuperado de <http://publicaciones.urbe.edu/index.php/cicag/rt/prINTERfriendly/726/2342>
- Decreto supremo N° 048-2011-PCM. *Creación del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD)*. Recuperado de <http://www.minam.gob.pe/prevencion/wp-content/uploads/sites/89/2014/10/2.-DS-048-2011-Reglamento-Ley-29664.pdf>
- Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (1999). USDA. Guía para la evaluación de la calidad del suelo.[Figura]. Recuperado de: https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/stelprdb1044786.pdf
- Duarte, N. (2005). *Sostenibilidad Socioeconómica y ecológica de sistemas agroforestales de café (coffe arabica) en la microcuenca del río seses miles, Copán, Honduras*. (Tesis de maestría). Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación del centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Recuperado de http://media0.agrofloresta.net/static/artigos/tese_nina_duarte.pdf
- Dixon, J., Gulliver, A., y Gibbon., D (2001). *Sistemas de Producción Agropecuaria y Pobreza*. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-ac349s.pdf>

- Ferrera, R., & Alarcon, A. (2001). *La microbiología del suelo en la agricultura sostenible*. Ciencia Ergo Sum 8(2), 175-183. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/104/10402108.pdf>
- Garay, O & Corro, A (2012). *Técnicas de Muestreo de Suelo*. Instituto de Innovación agraria. Recuperado de: <http://bibliotecavirtual.inia.gob.pe/busqueda.php>
- Gliessman, S. (2002). *Agroecología procesos ecologicos en la agricultutra sostenible*. Recuperado de: <https://biowit.files.wordpress.com/2010/11/agroecologia-procesos-ecolc3b3gicos-en-agricultura-sostenible-stephen-r-gliessman.pdf>
- González, J. (1998). *Procesos de erosión del suelo: Hechos Mitos y paradojas*. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/59882.pdf>
- Ortega, G. (2009). *Agroecología vs. Agricultura convencional* . Recuperdo de <http://www.baseis.org.py/wp-content/uploads/2014/03/1395155082.pdf>
- Hart, R. (1985). *Agroecosistemas conceptos básicos*. Turrialba: Centro Agronómico Tropical de investigación y enseñanza. Recuperado de http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/891/Conceptos_basicos_sobre_agroecosistemas.pdf;jsessionid=F746203993DC5C10E2D450CCE34D3560?sequence=1
- Instituto Nacional De Innovación Agraria (2012). *Tecnicas de Muestreo de Suelos*. Recuperado de <http://bibliotecavirtual.inia.gob.pe/pub/p698/pub.pdf>
- Instituto Nacional De Innovación Agraria (2016). *Muestreo de Suelos. Referencias sobre los análisis e interpretación de resultados*. Recuperado de: <http://bibliotecavirtual.inia.gob.pe/pub/p692/pub.pdf>
- Loaiza, C, Carbajal E & Ávila D (2014). *Evaluación agroecológica de los sistemas productivos agrícolas en la microcuenca Centella (Dagua, Colombia)*. Colombia Forestal, 17(2), 161-179. Recueprado de: <http://www.google.com.pe/url?sa=t&source=web&rct=j&url=http://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/colfor/article/view/5173/9706&ved=0ahUKEwjJzJWu16HYAhUESSYKHXRFAawQFgglMAA&usq=AOvVaw1dpq0p7niZYgMtuXahXrp6>

- Márquez, F & Julca, M (2015). *Indicadores para evaluar la Sustentabilidad en fincas cafetaleras en Quillabamba*. Revista de la Facultad de Ingeniería de la USIL, Vol. 2, 128-137. Recuperado de file: <http://revistas.usil.edu.pe/index.php/syh/article/download/45/43>
- Meza & Julca A (2015). *Sustentabilidad de los sistemas de cultivo con yuca (manihot esculenta Crantz) en la subcuenca de Santa Teresa, Cusco*. Ecología Aplicada, de la Universidad Nacional Agraria La Molina, 14(1), 56-63. Recuperado de http://www.lamolina.edu.pe/ecolapl/sustentabilidad_de_sistemas_yuca.htm
- Merma I & Julca A (2012). *Tipología de productores y sostenibilidad de cultivos en Alto Urubamba, La Convención – Cusco*. Scientia Agropecuaria Vol (2) 149 – 159. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/3576/357633702006.pdf>
- Moya, et al. (2003). *La agricultura campesina de los mayas en Yucatán*. LEISA -Revista de Agroecología. 7-17. Recuperado de: <http://www.leisa-al.org/web/images/stories/revistapdf/vol19n0.pdf>
- Municipalidad Provincial de Morropón Chulucanas (2014). *Diagnóstico Ambiental de la provincia de Morropon*. Recuperado de http://www.munichulucanas.gob.pe/jdownloads/documentos_de_gestion/diagnostico_ambiental_de_la_provincia_de_morropon.pdf
- Neri R, et al. (2008). *La sustentabilidad de los sistemas agrícolas con pequeña irrigación. El caso de San Pablo Actipan*. Ra Ximhai Universidad Autonoma Indigena de Mexico, 4 (2), 139-163. Recuperado de: <http://www.ejournal.unam.mx/rxm/vol04-02/RXM004000208.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (2001). *Sistemas de producción agropecuaria y pobreza*. FAO. Recuperado de: http://www.fao.org/farmingsystems/description_es.htm

- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (2003). FAO . *Representación esquemática de los sistemas agrícolas*. [Figura]. Recuperado de: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/003/y1860s/y1860s.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (2003). *Estrategias enfocadas hacia las personas breve estudio bibliográfico y comparativo*. FAO . Recuperado de: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/003/y1860s/y1860s.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (n.d). *Alimentación y agricultura sostenibles*. Recuperado de: <http://www.fao.org/sustainability/background/es/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (2007). *Comunicación y desarrollo sostenible*. FAO. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-a1476s/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (2015). *Construyendo una visión común para la agricultura y alimentación sostenibles. Principios y enfoques*. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-i3940s.pdf>
- Palomeque, M. (2016). *Sustentabilidad en sistemas agrícolas de limón (Citrus aurantifolia C.), cacao (Theobroma cacao L.) y bambú (Guadua angustifolia K.) en Portoviejo-Ecuador. (Tesis de doctorado)*. Universidad Agraria La Molina. Recuperado de: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/1993/E90-P3-T.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Suares, J. (2003). *Evaluación de la sustentabilidad de dos sistemas productivos en chacras de pequeños productores en el departamento general Manuel Belgrano provincia de Misiones, Argentina*. (Tesis de maestría). Universidad de Buenos Aires. Recuperado de <http://ri.agro.uba.ar/files/download/tesis/maestria/2012suaresjuan.pdf>
- Sustainable Agriculture Information Network (2008). *Agricultura sostenible: una salida a la pobreza para la población rural de Perú y Bolivia*. Sustainet. Recuperado de: <http://saludpublica.bvsp.org.bo/textocompleto/bvsp/boxp68/agricultura-sostenible-pobreza.pdf>

- Sarandón, S & Flores, C (2014). *Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de Agroecosistemas sustentables*. nNaturales. Recuperado de: <http://www.mec.gub.uy/innovaportal/file/75868/1/agroecologia.pdf>
- Tapia, M & Fries, A (2007). *Guía de Campo de Cultivos Andinos*. Organismo de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación y Asociación de productores ecológicos del Peru. Recuperado de: <http://www.fao.org/docrep/010/ai185s/ai185s.pdf>
- Varela, M. (2010). *Evaluación de sistemas de producción agroecológicos incorporando indicadores de sostenibilidad en la sabana de Bogotá*.(Tesis de maestria).Universidad nacional de Colombia. Recuperado de : <http://www.bdigital.unal.edu.co/8822/1/905019.2010>.

TERMINOLOGÍA

- **Ecosistema**

Sistema funcional de relaciones complementarias entre los organismos vivos y su ambiente, delimitado por criterios arbitrarios, los cuales en espacio y tiempo parecen mantener un equilibrio dinámico (Gliessman, 2002, cap.2, p. 17).

- **Agroecosistemas**

Conjunto de poblaciones de plantas, animales y microorganismos que pueden incluir poblaciones de cultivos, animales domésticos y ambos en los cuales existe una interacción (Hart, 1985, cap.3, p. 34).

- **Agroecología**

Se define como un campo de conocimientos, que se nutre de otras disciplinas científicas, así como el conocimiento tradicional de los propios agricultores permitiendo definir marcos conceptuales, metodológicos, y estratégicos con la finalidad de orientar el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables ambiental, social y económicamente así como también procesos de desarrollo rural sustentable (Sarandon & Flores, 2014).

- **Agricultura sostenible**

Modo de producción que aprovecha de manera óptima los recursos del sistema, como agua, suelo y biodiversidad; de pendiendo menos de productos externos garantizando la satisfacción de las necesidades humanas presentes y futuras (Sustainable Agriculture Information Network [Sustainet], 2008).

- **Sistema de cultivo**

Arreglo espacial y cronológico de poblaciones de cultivo que interaccionan y actúan como una unidad (Hart, 1985, cap.8, p. 88).

- **Maleza**

Componente importante del agroecosistema, considerado como planta fuera del lugar, que no fue sembrada por el agricultor dentro del cultivo y produce un efecto negativo (Hart, 1985, cap.9, p. 103).

- **Plaga**

Organismos que afectan negativamente el desarrollo del cultivo, como insectos, artrópodos u otros animales como ratas, pájaros armadillos, etc (Hart, 1985, cap.10, p. 112).

- **Enfermedad**

Conjunto de organismos que constituye el subsistema de los parásitos de un agroecosistema, los cuales se dividen en aquellos que parasitan plantas (plantas útiles y malas hierbas) y aquellos que parasitan animales (insectos y nematodos) (Hart, 1985, cap.11, p1. 21)

- **Erosión**

Fenómeno que implica la degradación de partes del relieve mediante procesos erosivos como el viento y el agua afectando la capacidad productiva del suelo (Gonzales, 1998).

- **Resiliencia**

Capacidad de las personas, familias y comunidades, entidades públicas y privadas, las actividades económicas y las estructuras físicas, para asimilar, absorber, adaptarse, cambiar, resistir y recuperarse, del impacto de un peligro o amenaza, así como de incrementar su capacidad de aprendizaje y recuperación de los desastres pasados para protegerse mejor en el futuro (Decreto Supremo N° 048-2011-PCM).

- **Desarrollo sostenible**

Proceso de transformación natural, económico social, cultural e institucional, con objetivo de mejorar la calidad de vida del ser humano, la producción de bienes y prestación de servicios, sin dañar el ambiente natural ni comprometer las bases de un desarrollo similar para las futuras generaciones (Decreto Supremo N° 048-2011-PCM).

APÉNDICES

Apéndice 1. Predios agrícolas estudiados.



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2: Modelo de entrevista utilizada para el recojo de información en el sector Santa Elena.

ENTREVISTA A PREDIOS AGRICOLAS DEL SECTOR SANTA ELENA

PREDIO AGRÍCOLA:

ÁREA (ha):

ACTIVIDAD 1: Descripción de cada una de las prácticas agrícolas, pecuarias o forestales, las características socioeconómicas, los niveles de organización de los productores y las interacciones existentes entre los subsistemas de cultivos y crianzas.

• **Prácticas agrícolas:**

1. ¿Tipos de cultivos que desarrolla en su predio? ¿Cuál es el que más predomina?

2. ¿Realizan la rotación de cultivos? Si ☐ no ☐

3. ¿Qué tipos de cultivos rota? ¿cada que tiempo realiza la rotación de cultivos?

4. ¿Realizan la asociación de cultivos para su desarrollo? Si ☐ no ☐

5. ¿Tipos de cultivos asociados?

6. ¿Qué tipo de plagas afectan su cultivo y como las trata?

7. ¿Emplea plaguicidas? Si ☐ no ☐

8. ¿Qué tipo de plaguicidas emplea?

- ☐ Fungicidas
- ☐ Insecticidas
- ☐ Nematicidas
- ☐ Herbicidas

9. ¿A qué tipo de cultivos los aplica y con qué frecuencia?

10. ¿Qué otro tipo de agroquímicos emplea?

11. ¿A qué tipo de cultivos los aplica y con qué frecuencia?

12. ¿Qué hace con los residuos de cosecha?

13. ¿Cuál es el destino final de cada cultivo?

• **Prácticas pecuarias:**

1. ¿realiza la cría de animales? Sí ☐ No ☐

2. ¿Qué tipo de animales cría?

3. ¿Destino final de cada animal?

• **prácticas forestales**

1. ¿tiene áreas destinadas a la producción de especies forestales? ¿Qué extensión de área está destinado?

2. ¿Qué tipos de especies forestales estableció?

3. ¿Cómo es el manejo que realiza con las especies forestales que tiene establecido?

4. ¿obtiene algún tipo de beneficio de las especies forestales?

• **características socioeconómicas**

Niveles de organización

1. ¿Pertenecen a alguna organización? Si ☐ no ☐

2. ¿Qué beneficios reciben de dicha organización? ¿reciben capacitación, en que aspectos los capacitan?

3. ¿Quiénes manejan el predio?

Apéndice 3.Toma de muestras de suelo.



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 4. Análisis de fertilidad del suelo para el predio SSE01.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE AGRONOMIA
Departamento Académico de Suelos

ANALISIS DE FERTILIDAD DE SUELOS

Solicitante JUDITH CALLE JIMÉNEZ.
PROCEDENCIA: SSE01
Fecha : Piura, 14 de agosto 2017

Determinaciones	
Cond. Eléct. dS/m.	0.38
pH (1:2.5)	7.30
Calcáreo (% CaCO ₃)	0.43
Materia Orgánica (%)	0.65
N total (% N)	0.03
P disponible (ppm P)	12
K asimilable (ppm K)	170
Clase Textural	Fco.Arc.
% arena	26
% Limo	41
% arcilla	33

Nota: Muestra tomada por el usuario.

/RPNR.Sec.DAS

[Handwritten signature]

Fuente: Departamento Académico de Suelos de la Universidad Nacional de Piura.

Apéndice 5. Análisis de fertilidad del suelo para el predio SSE02



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE AGRONOMIA
Departamento Académico de Suelos

ANALISIS DE FERTILIDAD DE SUELOS

Solicitante JUDITH CALLE JIMÉNEZ.
PROCEDENCIA: SSE02
Fecha : Piura, 14 de agosto 2017

Determinaciones	
Cond. Eléct. dS/m.	0.33
pH (1:2.5)	7.38
Calcáreo (% CaCO ₃)	0.41
Materia Orgánica (%)	0.44
N total (% N)	0.02
P disponible (ppm P)	12
K asimilable (ppm K)	170
Clase Textural	Fco.Arc.
% arena	34
% Limo	34
% arcilla	32

Nota: Muestra tomada por el usuario.

/RPNR.Sec.DAS

[Handwritten signature]

Fuente: Departamento Académico de Suelos de la Universidad Nacional de Piura.

Apéndice 6. Análisis de fertilidad del suelo para el predio SSE03.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE AGRONOMIA
Departamento Académico de Suelos

PROCEDENCIA: SSE02

Solicitante JUDITH CALLE JIMÉNEZ.
PROCEDENCIA: SSE03
Fecha : Piura, 14 de agosto 2017

Determinaciones	
Cond. Eléct. dS/m.	0.44
pH (1:2.5)	7.27
Calcáreo (% CaCO ₃)	0.37
Materia Orgánica (%)	0.68
N total (% N)	0.03
P disponible (ppm P)	11
K asimilable (ppm K)	170
Clase Textural	Fco.Arc.
% arena	36
% Limo	36
% arcilla	32

Nota: Muestra tomada por el usuario.

/RPNR.Sec.DAS

Fuente: Departamento Académico de Suelos de la Universidad Nacional de Piura.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE AGRONOMIA
Departamento Académico de Suelos

ANÁLISIS DE FERTILIDAD DE SUELOS

Solicitante JUDITH CALLE JIMÉNEZ.
PROCEDENCIA: SSE04
Fecha : Piura, 14 de agosto 2017

Determinaciones	
Cond. Eléct. dS/m.	0.48
pH (1:2.5)	7.22
Calcáreo (% CaCO ₃)	0.38
Materia Orgánica (%)	0.64
N total (% N)	0.03
P disponible (ppm P)	13
K asimilable (ppm K)	160
Clase Textural	Fco.Arc.Lim.
% arena	18
% Limo	52
% arcilla	30

Nota: Muestra tomada por el usuario.

/RPNR.Sec.DAS

Fuente: Departamento Académico de Suelos de la Universidad Nacional de Piura.

Apéndice 8. Análisis de fertilidad del suelo para el predio SSE05.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE AGRONOMIA
Departamento Académico de Suelos

ANALISIS DE FERTILIDAD DE SUELOS

Solicitante JUDITH CALLE JIMÉNEZ.
PROCEDENCIA: SSE05
Fecha : Piura, 14 de agosto 2017

Determinaciones	
Cond. Eléct. dS/m.	0.38
pH (1:2.5)	7.91
Calcáreo (% CaCO ₃)	1.23
Materia Orgánica (%)	0.73
N total (% N)	0.04
P disponible (ppm P)	9
K asimilable (ppm K)	170
Clase Textural	Fco.Arc.
% arena	32
% Limo	34
% arcilla	34

Nota: Muestra tomada por el usuario.

/RPNR.Sec.DAS

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE AGRONOMIA
DEPTO. ACADÉMICO DE SUELOS
Ing. José Domingo Argüello

Fuente: Departamento Académico de Suelos de la Universidad Nacional de Piura.

Apéndice 9. Análisis de fertilidad del suelo para el predio SSE06.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE AGRONOMIA
Departamento Académico de Suelos

ANALISIS DE FERTILIDAD DE SUELOS

Solicitante JUDITH CALLE JIMÉNEZ.
PROCEDENCIA: SSE06
Fecha : Piura, 14 de agosto 2017

Determinaciones	
Cond. Eléct. dS/m.	0.39
pH (1:2.5)	7.30
Calcáreo (% CaCO ₃)	0.43
Materia Orgánica (%)	0.57
N total (% N)	0.02
P disponible (ppm P)	13
K asimilable (ppm K)	160
Clase Textural	Fco.Arc.Lim.
% arena	18
% Limo	52
% arcilla	30

Nota: Muestra tomada por el usuario.

/RPNR.Sec.DAS

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE AGRONOMIA
DEPTO. ACADÉMICO DE SUELOS
Ing. José Domingo Argüello

Fuente: Departamento Académico de Suelos de la Universidad Nacional de Piura.

Apéndice 10. Análisis de fertilidad del suelo para el predio SSE07



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE AGRONOMIA
Departamento Académico de Suelos

ANALISIS DE FERTILIDAD DE SUELOS

Solicitante: JUDITH CALLE JIMÉNEZ
PROCEDENCIA: SSE07
Fecha: Piura, 14 de agosto 2017

Determinaciones	
Cond. Eléct. dS/m.	0.28
pH (1:2.5)	7.43
Calcáreo (% CaCO ₃)	0.53
Materia Orgánica (%)	0.65
N total (% N)	0.03
P disponible (ppm P)	12
K asimilable (ppm K)	160
Clase Textural	Fco.Arc.
% arena	37
% Limo	34
% arcilla	29

Nota: Muestra tomada por el usuario.

/RPNR.Sec.DAS

Fuente: Departamento Académico de Suelos de la Universidad Nacional de Piura.

Apéndice 11. Análisis de fertilidad del suelo para el predio SSE08.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE AGRONOMIA
Departamento Académico de Suelos

ANALISIS DE FERTILIDAD DE SUELOS

Solicitante: JUDITH CALLE JIMÉNEZ
PROCEDENCIA: SSE08
Fecha: Piura, 14 de agosto 2017

Determinaciones	
Cond. Eléct. dS/m.	0.37
pH (1:2.5)	7.36
Calcáreo (% CaCO ₃)	0.43
Materia Orgánica (%)	0.48
N total (% N)	0.02
P disponible (ppm P)	12
K asimilable (ppm K)	170
Clase Textural	Fco.Arc.Lim
% arena	16
% Limo	51
% arcilla	33

Nota: Muestra tomada por el usuario.

/RPNR.Sec.DAS

Fuente: Departamento Académico de Suelos de la Universidad Nacional de Piura.

Apéndice 12. Análisis de fertilidad del suelo para el predio SSE09.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE AGRONOMIA
Departamento Académico de Suelos

ANALISIS DE FERTILIDAD DE SUELOS

Solicitante JUDITH CALLE JIMÉNEZ.
PROCEDENCIA: SSE9
Fecha : Piura, 14 de agosto 2017

Determinaciones	
Cond. Eléct. dS/m.	0.34
pH (1:2.5)	7.87
Calcáreo (% CaCO ₃)	0.93
Materia Orgánica (%)	0.66
N total (% N)	0.03
P disponible (ppm P)	9
K asimilable (ppm K)	160
Clase Textural	Fco.Arc.
% arena	27
% Limo	43
% arcilla	30

Nota: Muestra tomada por el usuario.

/RPNR.Sec.DAS

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE AGRONOMIA
Ing. José Domingo Argüello

Fuente: Departamento Académico de Suelos de la Universidad Nacional de Piura.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE AGRONOMIA
Departamento Académico de Suelos

ANALISIS DE FERTILIDAD DE SUELOS

Solicitante JUDITH CALLE JIMÉNEZ.
PROCEDENCIA: SSE10
Fecha : Piura, 14 de agosto 2017

Determinaciones	
Cond. Eléct. dS/m.	0.36
pH (1:2.5)	7.74
Calcáreo (% CaCO ₃)	0.86
Materia Orgánica (%)	0.76
N total (% N)	0.04
P disponible (ppm P)	10
K asimilable (ppm K)	160
Clase Textural	Fco.Arc.Lim.
% arena	20
% Limo	49
% arcilla	31

Nota: Muestra tomada por el usuario.

/RPNR.Sec.DAS

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE AGRONOMIA
Ing. José Domingo Argüello

Fuente: Departamento Académico de Suelos de la Universidad Nacional de Piura.

Apéndice 14. Análisis de fertilidad del suelo para el predio SSE11.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE AGRONOMIA
 Departamento Académico de Suelos

ANALISIS DE FERTILIDAD DE SUELOS

Solicitante JUDITH CALLE JIMÉNEZ.
 PROCEDENCIA: SSE11
 Fecha : Piura, 14 de agosto 2017

Determinaciones	
Cond. Eléct. dS/m.	0.36
pH (1:2.5)	7.66
Calcáreo (% CaCO ₃)	0.77
Materia Orgánica (%)	0.55
N total (% N)	0.03
P disponible (ppm P)	11
K asimilable (ppm K)	180
Clase Textural	Fco.Arc.
% arena	33
% Limo	32
% arcilla	35

Nota: Muestra tomada por el usuario.

/RPNR.Sec.DAS

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
 FACULTAD DE AGRONOMIA
 DEPTO. ACADEMICO DE SUELOS
 Ing. José Antonio Argueta
 2017

Fuente: Departamento Académico de Suelos de la Universidad Nacional de Piura.

Apéndice 15. Análisis de fertilidad del suelo para el predio SSE12.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE AGRONOMIA
 Departamento Académico de Suelos

ANALISIS DE FERTILIDAD DE SUELOS

Solicitante JUDITH CALLE JIMÉNEZ.
 PROCEDENCIA: SSE12
 Fecha : Piura, 14 de agosto 2017

Determinaciones	
Cond. Eléct. dS/m.	0.33
pH (1:2.5)	7.32
Calcáreo (% CaCO ₃)	0.44
Materia Orgánica (%)	0.70
N total (% N)	0.04
P disponible (ppm P)	12
K asimilable (ppm K)	180
Clase Textural	Fco.Arc.
% arena	28
% Limo	30
% arcilla	32

Nota: Muestra tomada por el usuario.

/RPNR.Sec.DAS

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
 FACULTAD DE AGRONOMIA
 DEPTO. ACADEMICO DE SUELOS
 Ing. José Antonio Argueta
 2017

Fuente: Departamento Académico de Suelos de la Universidad Nacional de Piura.

Apéndice 16. Análisis de fertilidad del suelo para el predio SSE13.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE AGRONOMIA
 Departamento Académico de Suelos

ANÁLISIS DE FERTILIDAD DE SUELOS

Solicitante JUDITH CALLE JIMÉNEZ.
 PROCEDENCIA: SSE13
 Fecha : Piura, 14 de agosto 2017

Determinaciones	
Cond. Eléct. dS/m.	0.33
pH (1:2.5)	7.14
Calcáreo (% CaCO ₃)	0.22
Materia Orgánica (%)	0.64
N total (% N)	0.03
P disponible (ppm P)	13
K asimilable (ppm K)	180
Clase Textural	Fco.Arc.
% arena	26
% Limo	41
% arcilla	33

Nota: Muestra tomada por el usuario.

/RPNR.Sec.DAS

[Firma]
 Ing. Donato Argüello

Fuente: Departamento Académico de Suelos de la Universidad Nacional de Piura.

Apéndice 17. Análisis de fertilidad del suelo para el predio SSE14.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE AGRONOMIA
 Departamento Académico de Suelos

ANÁLISIS DE FERTILIDAD DE SUELOS

Solicitante JUDITH CALLE JIMÉNEZ.
 PROCEDENCIA: SSE14
 Fecha : Piura, 14 de agosto 2017

Determinaciones	
Cond. Eléct. dS/m.	0.31
pH (1:2.5)	7.47
Calcáreo (% CaCO ₃)	0.56
Materia Orgánica (%)	0.69
N total (% N)	0.03
P disponible (ppm P)	12
K asimilable (ppm K)	180
Clase Textural	Fco.Arc.
% arena	37
% Limo	30
% arcilla	33

Nota: Muestra tomada por el usuario.

/RPNR.Sec.DAS

[Firma]
 Ing. Donato Argüello

Fuente: Departamento Académico de Suelos de la Universidad Nacional de Piura.

Apéndice 18. Análisis de fertilidad del suelo para el predio SSE15.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE AGRONOMIA
Departamento Académico de Suelos

ANALISIS DE FERTILIDAD DE SUELOS

Solicitante JUDITH CALLE JIMÉNEZ.
PROCEDENCIA: SSE15
Fecha : Piura, 14 de agosto 2017

Determinaciones	
Cond. Eléct. dS/m.	0.30
pH (1:2.5)	7.79
Calcáreo (% CaCO ₃)	0.86
Materia Orgánica (%)	0.88
N total (% N)	0.04
P disponible (ppm P)	10
K asimilable (ppm K)	150
Clase Textural	Fco.Arc.Ao.
% arena	50
% Limo	22
% arcilla	28

Nota: Muestra tomada por el usuario.

/RPNR.Sec.DAS

Ing. José Rodríguez Arguilla

Fuente: Departamento Académico de Suelos de la Universidad Nacional de Piura.

Apéndice 19. Análisis de fertilidad del suelo para el predio SSE16.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE AGRONOMIA
Departamento Académico de Suelos

ANALISIS DE FERTILIDAD DE SUELOS

Solicitante JUDITH CALLE JIMÉNEZ.
PROCEDENCIA: SSE16
Fecha : Piura, 14 de agosto 2017

Determinaciones	
Cond. Eléct. dS/m.	0.20
pH (1:2.5)	7.46
Calcáreo (% CaCO ₃)	0.56
Materia Orgánica (%)	0.84
N total (% N)	0.04
P disponible (ppm P)	11
K asimilable (ppm K)	180
Clase Textural	Fco.Arc.Ao.
% arena	53
% Limo	17
% arcilla	30

Nota: Muestra tomada por el usuario.

/RPNR.Sec.DAS

Ing. José Rodríguez Arguilla

Fuente: Departamento Académico de Suelos de la Universidad Nacional de Piura.

Apéndice 20. Análisis de fertilidad del suelo para el predio SSE17.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE AGRONOMIA
 Departamento Académico de Suelos

ANALISIS DE FERTILIDAD DE SUELOS

Solicitante JUDITH CALLE JIMÉNEZ.
 PROCEDENCIA: SSE17
 Fecha : Piura, 14 de agosto 2017

Determinaciones	
Cond. Eléct. dS/m.	0.32
pH (1:2.5)	7.45
Calcáreo (% CaCO ₃)	0.57
Materia Orgánica (%)	0.75
N total (% N)	0.04
P disponible (ppm P)	12
K asimilable (ppm K)	160
Clase Textural	Fco.Arc.
% arena	29
% Limo	40
% arcilla	31

Nota: Muestra tomada por el usuario.

/RPNR.Sec.DAS

Fuente: Departamento Académico de Suelos de la Universidad Nacional de Piura.

Apéndice 21. Análisis de fertilidad del suelo para el predio SSE18.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE AGRONOMIA
 Departamento Académico de Suelos

ANALISIS DE FERTILIDAD DE SUELOS

Solicitante JUDITH CALLE JIMÉNEZ.
 PROCEDENCIA: SSE18
 Fecha : Piura, 14 de agosto 2017

Determinaciones	
Cond. Eléct. dS/m.	0.31
pH (1:2.5)	8.00
Calcáreo (% CaCO ₃)	2.16
Materia Orgánica (%)	0.71
N total (% N)	0.04
P disponible (ppm P)	9
K asimilable (ppm K)	170
Clase Textural	Fco.Arc.
% arena	25
% Limo	42
% arcilla	32

Nota: Muestra tomada por el usuario.

/RPNR.Sec.DAS

Fuente: Departamento Académico de Suelos de la Universidad Nacional de Piura.

Apéndice 22. Análisis de fertilidad del suelo para el predio SSE19.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE AGRONOMIA
 Departamento Académico de Suelos

ANALISIS DE FERTILIDAD DE SUELOS

Solicitante JUDITH CALLE JIMÉNEZ.
 PROCEDENCIA: SSE19
 Fecha : Piura, 14 de agosto 2017

Determinaciones	
Cond. Eléct. dS/m.	0.35
pH (1:2.5)	7.34
Calcáreo (% CaCO ₃)	0.45
Materia Orgánica (%)	0.49
N total (% N)	0.02
P disponible (ppm P)	11
K asimilable (ppm K)	170
Clase Textural	Fco.Arc.
% arena	31
% Limo	34
% arcilla	35

Nota: Muestra tomada por el usuario.

/RPNR.Sec.DAS

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
 FACULTAD DE AGRONOMIA
 DPTO. ACADEMICO DE SUELOS
 Ing° José Benigno Argüello

Fuente: Departamento Académico de Suelos de la Universidad Nacional de Piura.

Apéndice 23. Análisis de fertilidad del suelo para el predio SSE20.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE AGRONOMIA
 Departamento Académico de Suelos

ANALISIS DE FERTILIDAD DE SUELOS

Solicitante JUDITH CALLE JIMÉNEZ.
 PROCEDENCIA: SSE20
 Fecha : Piura, 14 de agosto 2017

Determinaciones	
Cond. Eléct. dS/m.	0.53
pH (1:2.5)	7.43
Calcáreo (% CaCO ₃)	0.58
Materia Orgánica (%)	0.77
N total (% N)	0.04
P disponible (ppm P)	12
K asimilable (ppm K)	170
Clase Textural	Fco.Arc.
% arena	30
% Limo	39
% arcilla	31

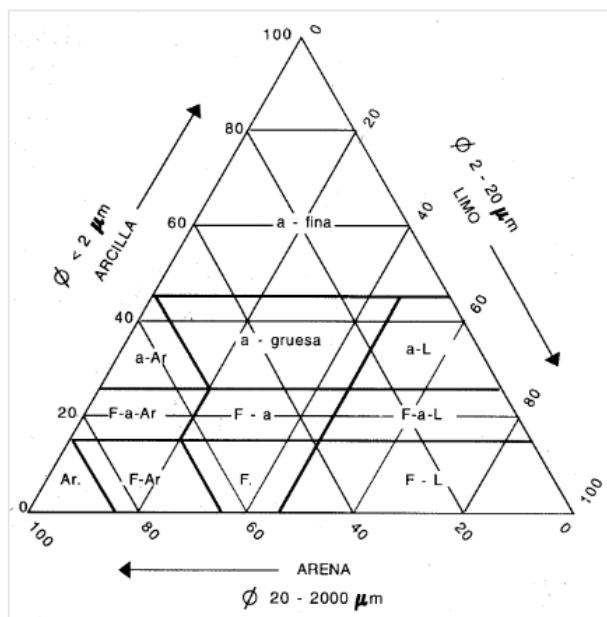
Nota: Muestra tomada por el usuario.

/RPNR.Sec.DAS

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
 FACULTAD DE AGRONOMIA
 DPTO. ACADEMICO DE SUELOS
 Ing° José Benigno Argüello

Fuente: Departamento Académico de Suelos de la Universidad Nacional de Piura.

Apéndice 24. Diagrama triangular para determinar la textura del suelo clasificación U.S.D.A.



Fuente: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos USDA (1999).

Apéndice 25. Estadísticos del aspecto ecológico ambiental de los predios convencionales.

ESTADÍSTICO S	INDICADORES DEL ASPECTO ECOLÓGICO AMBIENTAL-CONVENCIONAL							
	AC	AO	MO	CN	UA	MPE	EA	ASPECTO ECOLÓGIC O AMBIENTAL
Media	1.17	2.44	1.00	2.00	2.67	1.72	3.00	2.06
Varianza	0.15	0.50	0.00	0.00	0.47	0.33	0.00	0.03
Desv.Estandar	0.38	0.70	0.00	0.00	0.69	0.57	0.00	0.19
Coef.Variación	0.33	0.29	0.00	0.00	0.26	0.33	0.00	0.09
Xmínimo	1.00	2.00	1.00	2.00	2.00	1.00	3.00	1.90
Mediana	1.00	2.00	1.00	2.00	3.00	2.00	3.00	2.00
Xmaximo	2.00	4.00	1.00	2.00	4.00	3.00	3.00	2.40
Moda	1.00	2.00	1.00	2.00	2.00	2.00	3.00	1.90
rango	1.00	2.00	0.00	0.00	2.00	2.00	0.00	0.50
suma	21.00	44.00	18.00	36.00	48.00	31.00	54.00	37.10

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 26. Estadísticos del aspecto ecológico ambiental de los predios orgánicos.

ESTADÍSTICOS	INDICADORES DEL ASPECTO ECOLÓGICO AMBIENTAL-ORGÁNICO							ASPECTO ECOLÓGICO AMBIENTAL
	AC	AO	MO	CN	UA	MPE	EA	
Media	1.00	5.00	1.00	2.00	5.00	5.00	3.00	3.10
Varianza	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Desv.Estandar	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Coef.Variación	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
xminimo	1.00	5.00	1.00	2.00	5.00	5.00	3.00	3.10
Mediana	1.00	5.00	1.00	2.00	5.00	5.00	3.00	3.10
xmaximo	1.00	5.00	1.00	2.00	5.00	5.00	3.00	3.10
Moda	1.00	5.00	1.00	2.00	5.00	5.00	3.00	3.10
rango	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
suma	2.00	10.00	2.00	4.00	10.00	10.00	6.00	6.20

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 27. Estadísticos del aspecto económico de los predios convencionales.

ESTADÍSTICOS	INDICADORES DEL ASPECTO ECONÓMICO-CONVENCIONAL					ASPECTO ECONÓMICO
	DC	AP	RC	DPP	DP	
Media	2.78	2.22	3.33	1.22	4.89	2.94
Varianza	0.77	1.83	1.06	0.42	0.10	0.31
Desv.Estandar	0.88	1.35	1.03	0.65	0.32	0.55
Coef.Variación	0.32	0.61	0.31	0.53	0.07	0.19
xminimo	1.00	1.00	2.00	1.00	4.00	2.14
Mediana	3.00	2.00	3.50	1.00	5.00	2.93
xmaximo	4.00	5.00	5.00	3.00	5.00	3.86
Moda	3.00	1.00	4.00	1.00	5.00	2.43
rango	3.00	4.00	3.00	2.00	1.00	1.71
suma	50.00	40.00	60.00	22.00	88.00	52.86

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 28. Estadísticos del aspecto económico de los predios orgánicos.

ESTADÍSTICOS	INDICADORES DEL ASPECTO ECONÓMICO -ORGÁNICO					
	DC	AP	RC	DPP	DP	ASPECTO ECONÓMICO
Media	3.50	3.00	4.50	1.00	5.00	3.57
Varianza	0.50	2.00	0.50	0.00	0.00	0.04
Desv.Estandar	0.71	1.41	0.71	0.00	0.00	0.20
Coef.Variación	0.20	0.47	0.16	0.00	0.00	0.06
xminimo	3.00	2.00	4.00	1.00	5.00	3.43
Mediana	3.50	3.00	4.50	1.00	5.00	3.57
xmaximo	4.00	4.00	5.00	1.00	5.00	3.71
Moda	#N/A	#N/A	#N/A	1.00	5.00	#N/A
rango	1.00	2.00	1.00	0.00	0.00	0.29
suma	7.00	6.00	9.00	2.00	10.00	7.14

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 29. Estadísticos del aspecto social y cultural de los predios convencionales.

ESTADÍSTICOS	INDICADORES DEL ASPECTO SOCIAL Y CULTURAL-CONVENCIONAL			
	SB	C	PF	ASPECTO SOCIALES Y CULTURALES
Media	4.00	2.39	2.33	2.69
Varianza	0.35	1.78	2.00	0.74
Desv.Estandar	0.59	1.33	1.41	0.86
Coef.Variación	0.15	0.56	0.61	0.32
xminimo	3.00	1.00	1.00	1.40
Mediana	4.00	2.00	2.00	2.70
xmaximo	5.00	5.00	5.00	4.80
Moda	4.00	1.00	1.00	3.20
rango	2.00	4.00	4.00	3.40
suma	72.00	43.00	42.00	48.40

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 30. Estadísticos del aspecto social y cultural de los predios orgánicos.

ESTADÍSTICOS	INDICADORES DEL ASPECTO SOCIAL Y CULTURAL-ORGÁNICOS			
	SB	C	PF	ASPECTO SOCIALES Y CULTURALES
Media	5.00	5.00	2.50	4.00
Varianza	0.00	0.00	4.50	0.72
Desv.Estandar	0.00	0.00	2.12	0.85
Coef.Variación	0.00	0.00	0.85	0.21
xminimo	5.00	5.00	1.00	3.40
Mediana	5.00	5.00	2.50	4.00
xmaximo	5.00	5.00	4.00	4.60
Moda	5.00	5.00	#N/A	#N/A
rango	0.00	0.00	3.00	1.20
suma	10.00	10.00	5.00	8.00

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 31. Estadísticos de sustentabilidad promedio del sector Santa Elena.

ESTADÍSTICOS	ESTADÍSTICOS DE SUSTENTABILIDAD PROMEDIO																		
	AC	AO	MO	CN	UA	MPE	EA	DC	AP	RC	DPP	DP	SB	C	PF	ASPECTO ECOLÓGICO AMBIENTAL	ASPECTO ECONÓMICO	ASPECTO SOCIALES Y CULTURALES	SUSTENTABILIDAD GENERAL
Media	1.15	2.70	1.00	2.00	2.90	2.05	3.00	2.85	2.30	3.45	1.20	4.90	4.10	2.65	2.35	2.17	3.00	2.82	2.66
Varianza	0.13	1.06	0.00	0.00	0.94	1.31	0.00	0.77	1.80	1.10	0.38	0.09	0.41	2.24	2.03	0.13	0.32	0.87	0.25
Desv.Estandar	0.37	1.03	0.00	0.00	0.97	1.15	0.00	0.88	1.34	1.05	0.62	0.31	0.64	1.50	1.42	0.36	0.56	0.93	0.50
Coef.Variación	0.32	0.38	0.00	0.00	0.33	0.56	0.00	0.31	0.58	0.30	0.51	0.06	0.16	0.56	0.61	0.17	0.19	0.33	0.19
xminimo	1.00	2.00	1.00	2.00	2.00	1.00	3.00	1.00	1.00	2.00	1.00	4.00	3.00	1.00	1.00	1.90	2.14	1.40	1.88
Mediana	1.00	2.00	1.00	2.00	3.00	2.00	3.00	3.00	2.00	4.00	1.00	5.00	4.00	2.00	2.00	2.05	3.14	2.80	2.71
xmaximo	2.00	5.00	1.00	2.00	5.00	5.00	3.00	4.00	5.00	5.00	3.00	5.00	5.00	5.00	5.00	3.10	3.86	4.80	3.80
Moda	1.00	2.00	1.00	2.00	2.00	2.00	3.00	3.00	1.00	4.00	1.00	5.00	4.00	1.00	1.00	1.90	2.43	3.20	2.56
Rango	1.00	3.00	0.00	0.00	3.00	4.00	0.00	3.00	4.00	3.00	2.00	1.00	2.00	4.00	4.00	1.20	1.71	3.40	1.92
Suma	23.00	54.00	20.00	40.00	58.00	41.00	60.00	57.00	46.00	69.00	24.00	98.00	82.00	53.00	47.00	43.30	60.00	56.40	53.23

Fuente: elaboración propia.