

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA  
ESCUELA DE POSGRADO  
DOCTORADO EN AGRICULTURA SUSTENTABLE**



**LA SUSTENTABILIDAD DEL CULTIVO DEL LIMÓN (*Citrus  
aurantifolia* (Christm) S.) EN LA PROVINCIA SANTA  
ELENA, ECUADOR**

**Presentada por:**

**MERCEDES SOLANDA SANTISTEVAN MENDEZ**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE *DOCTORIS PHILOSOPHIAE*  
EN AGRICULTURA SUSTENTABLE**

**Lima - Perú  
2016**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO**

**DOCTORADO EN AGRICULTURA SUSTENTABLE**

**“LA SUSTENTABILIDAD DEL CULTIVO DE LIMON (*Citrus  
arautifolia* (Christm) S.) EN LA PROVINCIA DE SANTA ELENA,  
ECUADOR”**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE  
*Doctoris Philosophiae* (Ph.D.)**

**Presentada por:**

**MERCEDES SOLANDA SANTISTEVAN MENDEZ**

Ph.D. Jorge Jimenez Dávalos  
**PRESIDENTE**

Dr. Alberto Julca Otiniano  
**PATROCINADOR**

Ph.D. Salomón Helfgott Lerner  
**MIEMBRO**

Dr. Oscar Loli Figueroa  
**MIEMBRO**

Ph.D. Robert Richard Rafael Rutte  
**MIEMBRO EXTERNO**

## **DEDICATORIA**

A Dios, porque me dio el don de la perseverancia y así lograr alcanzar esta meta.

A mi esposo Héctor Chiriboga, con todo mi amor y cariño por sus sacrificios y esfuerzos por darme este Ph.D para nuestro futuro y el de Merceditas, nuestra hijita, la misma que se convirtió en nuestra motivación, a ellos especialmente dedico este trabajo.

A José Santistevan y Margarita Méndez, mis padres, por enseñarme que la vida es de valores y de grandes esfuerzos, y por los ejemplos de lucha incansable ante la vida.

A mis hermanos, sobrinos que siempre estuvieron pendientes y prestos a ayudarme, especialmente a mi hermanita Lady.

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Nacional Agraria La Molina, por abrirme sus puertas y permitirme este logro Académico.

Al Dr. Alberto Julca Otiniano, patrocinador de esta investigación, por todo su apoyo incondicional durante el tiempo de permanencia en este país, gracias también por sus constantes consejos dignos de un maestro.

Al Dr. Manuel Canto Sáenz, por la dedicación, confianza y sabiduría entregada en los cursos muy oportunos, permitiendo empezar con este trabajo.

A mis profesores del Programa de Agricultura Sustentable por sus sabias enseñanzas.

A la Universidad Estatal Península de Santa Elena, por su colaboración siempre a tiempo.

Al grupo que conforma el Proyecto Integral de Desarrollo Agrícola Ambiental y Social de Forma Sostenible en el Ecuador –PIDAASSE, especialmente a la Ing. Santistevan, por sus grandes aportes y colaboración para hacer posible esta investigación.

Al Centro Nacional de Acuicultura e Investigación Marinas – CENAIM, por el apoyo de la entrega inmediata de la información solicitada.

A la Asociación de productores de la zona Manglaralto y Colonche, en especial a los citricultores que me permitieron el ingreso a sus parcelas para realizar este trabajo.

A los compañeros del Doctorado en Agricultura Sustentable, mi gratitud por sus consejos y apoyo siempre. De manera especial a mis amigos Manuel, Jaris, y Magaly, por su aporte de ideas en la elaboración del presente trabajo.

Al personal de la oficina del Doctorado, Rebeca, Bertha, Roberto y Marcial, gracias por la ayuda brindada durante el tiempo que duro mi estadía en el Perú

A todas las Secretarias de la Escuela de Postgrado, en especial a Hilda y Lourdes porque siempre estuvieron prestas a ayudarme en este proceso educativo.

Gracias, gracias.....

## RESUMEN

La investigación se realizó en dos parroquias, Manglaralto y Colonche de la provincia de Santa Elena, Ecuador, con el objetivo de caracterizar, analizar la sustentabilidad y desarrollo de experiencias para la mejora tecnológica de las fincas productoras de limón. El trabajo se desarrolló con un grupo de comuneros de las dos localidades, con una población de 400 productores de la que se tomó una muestra ( $n=83$ ). Se realizó una encuesta con componentes de aspectos técnicos y socio-económicos de la finca. Los resultados de la caracterización indican que las fincas limoneras son muy complejas, y que las familias tienen una alta dependencia de este cultivo: Un grupo representativo de agricultores tienen otros tipos de cultivo dentro de la misma finca, que les permite que exista un ingreso adicional para la familia. Por otro lado, se encontró que un grupo posee monocultivos haciendo más vulnerable la estabilidad económica, ya que solo dependen de los ingresos por la venta de limón, el mismo que tiene variaciones notables de precios en el año. Se encontró que hay un déficit importante en las vías de comercialización en la zona bajo estudio. El análisis de conglomerado por el Método de Ward con una distancia Euclídea Cuadrada de 900, aglomeró las fincas en cuatro grupos. Uno de los grupos estuvo conformado por las fincas número: 40, 50, 51, 52, 53, 54, 65, 70, 77, 82. Se realizó la evaluación de sustentabilidad de los 4 grupos, para ello se utilizaron indicadores y sub-indicadores que permitieron detectar tendencias a nivel de Sistema. Para el uso de indicadores se tomó en cuenta los aspectos económicos, ecológicos y socioculturales. Los indicadores se estandarizaron y se ponderaron de acuerdo a su importancia, tomando en cuenta el criterio de los productores. El estudio de las fincas permitió obtener datos claros de las tendencias de sustentabilidad de forma general, puesto que cada grupo tiene sus propias características, las mismas que presentan una gran interdependencia entre las tres dimensiones de la sustentabilidad. La información se obtuvo a través de una encuesta con preguntas relacionadas a las tres dimensiones de la sustentabilidad, siguiendo la metodología del “análisis multicriterio” que permite calcular el Indicador Económico (IK), Indicador Ecológico (IE) y el Indicador Socio cultural (ISC) de cada finca, con cuyos datos se estima el Indicador de Sustentabilidad General (IS Gen) de la misma. El 22.1 % de las fincas, tuvieron un  $IK > 2$ ; el 61.4 % un  $IE > 2$  y el 54.4 % un  $ISC > 2$ . Pero el 77.1 % tuvieron un  $IS Gen < 2$ , es decir que la mayoría de fincas no fueron sustentables.

El uso de indicadores sirvió para detectar puntos críticos en los sistemas al momento del análisis de la Sustentabilidad. La evaluación permitió establecer las causas de los puntos

críticos y proponer soluciones adecuadas. Los problemas más notorios fueron, la falta de una adecuada fertilización y conocer las características del limón. Para esto, se propuso realizar los siguientes estudios: Evaluación de la productividad y calidad de limón en dos zonas agroecológicas; Evaluación de la productividad y calidad de limón en fincas tipo y evaluación del efecto de la fertilización en las dos zonas, mismas que son de las que poseen el mayor número de áreas cultivada de este cítrico.

Se realizó una investigación, con el objetivo de conocer el comportamiento del cultivo de limón (*Citrus aurantifolia* Swingle) en dos localidades de la Provincia de Santa Elena, Ecuador. Se seleccionaron dos plantaciones de ocho años de edad, en Manglaralto y Colonche. En cada localidad se marcaron 50 plantas, en las que se hicieron las evaluaciones. El ensayo no tuvo un diseño experimental, pero el análisis estadístico se hizo como si fuera un Diseño Bloque Completamente al Azar (DBCA), considerando cada localidad como un tratamiento y cada planta como una repetición. Se encontró que la mayor incidencia de plagas y enfermedades se presentó en Manglaralto. El mayor diámetro del fruto, correspondió a Colonche, con una diferencia estadísticamente significativa con respecto a Manglaralto. El mayor peso del fruto y el mayor rendimiento, correspondió a Colonche; pero las diferencias no fueron estadísticamente significativas con respecto a Manglaralto.

Acorde a los resultados obtenidos con el dendograma, se obtuvo cuatro grupos de fincas. Se seleccionó una de cada grupo, con el objetivo de conocer el comportamiento del cultivo de limón (*Citrus aurantifolia* Swingle) en “fincas tipo” de la Provincia de Santa Elena, Ecuador. Se seleccionaron cuatro “fincas tipos” de ocho años de edad. En cada finca se marcaron 50 plantas, en las que se hicieron las evaluaciones. El ensayo no tuvo un diseño experimental, pero el análisis estadístico se hizo como si fuera un Diseño Completamente al Azar (DBCA), considerando cada finca como un tratamiento y cada planta como una repetición. Se encontró que la mayor incidencia de pulgones correspondió a la finca tipo I, estadísticamente diferente a la finca IV; pero similar a las fincas II y III. La mayor incidencia de mosca blanca, correspondió a la finca tipo I, estadísticamente diferente a las fincas III y IV. La mayor incidencia de fumagina, correspondió a la finca tipo I, pero estadísticamente similar a las otras fincas. El mayor diámetro y peso del fruto, correspondió a la finca III, estadísticamente mayor a las fincas I y II; pero similar a la finca IV.

Otro estudio fue el uso de fertilizantes, para la cual se seleccionaron dos plantaciones de seis años de edad, en Manglaralto y Colonche. En cada localidad se realizó un ensayo con un diseño Bloques Completamente al Azar (DBCA), con 4 tratamientos de fertilización más un testigo con tres repeticiones. Se encontró que la mayor incidencia de plagas correspondió a la zona de Manglaralto. Se determinó que el mejor resultado lo obtuvo el tratamiento cinco donde el mayor diámetro del fruto, peso del fruto y el mayor rendimiento, correspondió a Colonche con una diferencia estadísticamente significativa con respecto a Manglaralto.

## SUMMARY

The research was carried out in two parishes, Manglaralto and Colonche of the province of Santa Elena, Ecuador, in order to characterize, analyze the sustainability and development of experiences for technological improvement of the lemon farms. The work was developed with a group of community members from the two towns, with a population of 400 producers from which a sample was taken. A survey with components of technical and socio-economic of the farm was made. The characterization results indicate that lemon farms are very complex, and that the families have a high dependence on this crop: A representative group of farmers have other types of farming within the same farm, which allow to exist an additional income for the family.

On the other hand, it was found that a group has monocultures making more vulnerable the economic stability that it only depends on the incomes from the sale of lemon, the same one that has significant price variations during the year. It was found that there is a significant deficit in the marketing channels in the area of study. The cluster analysis by Ward method with a Euclidean Squared distance of 900 joined the farms into four groups. One of the groups was conformed by farms number: 40, 50, 51, 52, 53, 54, 65, 70, 77, and 82. The sustainability assessment of the 4 groups was performed, using it indicators and sub- indicators that allowed detecting trends at the system level.

For the use of indicators we took into account the economic, ecological and socio-cultural aspects. The indicators were standardized and weighted according to their importance, taking into account the approach of the producers. The study of the farms allows to obtain clear evidence of sustainability trends in a general form, because each group has its own characteristics and present a great interdependence between the three dimensions of sustainability. The information was obtained through a survey with questions related to the three dimensions of sustainability, following the methodology of the "multi-criteria analysis" that calculates the Economic Indicator (IK), Ecological Indicator (EI) and the sociocultural indicator (SCI) of each farm. With these data the General Sustainability Indicator (Gen SI) was estimated.

The 22.1% of the farms had an  $IK > 2$ ; 61.4%  $EI > 2$  and 54.4% an  $SCI > 2$ . But the 77.1% had a  $Gen SI < 2$ , which means that most farms were unsustainable.

The use of indicators served to identify critical points in the system at the time of assessment of the sustainability. The analysis allowed establishing the causes of the critical points and proposing suitable solutions. The most notorious problems were lack of proper fertilization and the knowledge of the characteristics of lemon. For this purpose the following studies were performed: Evaluation of the productivity and quality of lemon in two agro-ecological zones; Evaluation of the productivity and quality of lemon in farm types and evaluation of the effect of fertilization in the two areas, with the highest number of cultivated areas of this citrus fruit.

An additional research was conducted with the aim of knowing the behavior of the cultivation of lemon (*Citrus aurantifolia* (Christm) Swingle) at two locations of the Province of Santa Elena, Ecuador. Two plantations of eight years old were selected in Manglaralto and Colonche. At each site 50 plants were marked, to make the assessments. The trial was not an experimental design, but the statistical analysis became like a completely randomized block design (CRBD), considering each town as a treatment and every plant as a replicate.

It was found that the highest incidence of pests and diseases occurred in Manglaralto. The larger diameter of the fruit corresponded to Colonche, with a statistically significant difference in comparison with Manglaralto. The greatest fruit weight and the highest performance, corresponded to Colonche; however the differences were not statistically significant with respect to Manglaralto.

According to the results obtained with the dendrogram, four groups of farms were obtained. One farm of each group was selected, in order to know the behavior of the cultivation of lemon (*Citrus aurantifolia* (Christm) Swingle) in "farms type" of the Province of Santa Elena, Ecuador. Four "farms types" of eight years old were selected. On each farm 50 plants were labeled, in which ones the assessments were made. The trial was not an experimental design, but the statistical analysis became like a completely randomized design (CRD), considering each property as a treatment and every plant as a replicate. It was found that the highest incidence of aphid corresponded to the type I, statistically different from the farm IV, but similar to farms II and III. The highest

incidence of white fly (*Alerothricus floccosus* Mask) corresponded to the farm type I, statistically different to the farms III and IV. The highest incidence of sooty mould (*Capnodium citri* Berk. & Desm), corresponded to the farm type I, but statistically similar to other farms. The larger diameter and fruit weight, corresponded to the farm III, statistically higher to farms I and II, but similar to the farm IV.

Another study was the use of fertilizers, for which two plantations of six years old were selected in Manglaralto and Colonche. In each town one trial with a completely randomized block design (CRBD) was performed with 4 fertilization treatments plus a control with three replicates. It was found that the highest incidence of pests corresponded to the area of Manglaralto. It was determined that the best result was obtained by the treatment five where the greatest diameter of the fruit, fruit weight and higher performance, corresponded to Colonche with a statistically significant difference from Manglaralto.

## CONTENIDO

	Pág.
DEDICATORIA	
INDICE DE CUADRO	
INDICE DE FIGURAS	
INDICE DE ANEXOS	
RESUMEN	
<b>CAPITULO I</b>	<b>1</b>
INTRODUCCIÓN	1
1.1 EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	2
1.2 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	3
1.3 HIPÓTESIS	3
<b>CAPITULO II</b>	<b>4</b>
REVISIÓN BIBLIOGRAFICA	4
2.1 EL CULTIVO DE LIMÓN ( <i>Citrus aurantifolia</i> (Christm) Swingle)	4
2.1.1 El cultivo del limón sutil	5
2.1.2 Requerimientos edafológicos:	7
2.1.3 Fertilización	7
2.1.4 Efectos de los porta-injertos sobre calidad y producción de fruta de cítricos	8
2.1.5 Enfermedades de los cítricos.	9
2.1.6 Plagas de los cítricos.	10
2.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS SISTEMAS	11
2.2.1 Herramientas de caracterización participativa.	11
2.3 SUSTENTABILIDAD	12
2.3.1 Dimensiones de la sustentabilidad	13
2.3.2 Grados de la sustentabilidad	15
2.3.3 Agricultura Sustentable	17
2.3.4 Indicadores de sostenibilidad	18
2.4 AGRICULTURA TRADICIONAL	20
<b>CAPÍTULO III</b>	<b>21</b>

MATERIALES Y METODOS	21
3.1 DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DEL ESTUDIO	21
3.2 DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA	23
3.3 CARACTERIZACIÓN DE FINCAS PRODUCTORAS DE LIMÓN SUTIL EN LA PROVINCIA DE SANTA ELENA, ECUADOR.	23
a. Población y muestra	23
b. Instrumento de colecta de datos	23
c. Análisis de datos	23
3.4 EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD DE LAS FINCAS TIPO PRODUCTORAS DE LIMON SUTIL EN LA PROVINCIA DE SANTA ELENA, ECUADOR.	24
3.4.1 Población, muestra y encuesta	24
3.4.2 Selección y construcción de sub-indicadores	24
3.4.3 Estandarización y ponderación de los indicadores	24
3.4.4 Fórmulas usadas para calcular los indicadores de sustentabilidad	25
3.5 DESARROLLO DE EXPERIENCIAS PARA LA MEJORA TECNOLÓGICA DEL CULTIVO DEL LIMÓN SUTIL EN LA PROVINCIA DE SANTA ELENA, ECUADOR.	26
3.5.1 Experiencia 1: Evaluación de la productividad y calidad de limón Sutil en dos zonas agroecológicas de la provincia de Santa Elena, Ecuador.	26
3.5.2 Experiencia 2: Evaluación de la productividad y calidad de limón Sutil en “fincas tipo” en la provincia de Santa Elena, Ecuador.	27
3.5.3 Experiencia 3: Efecto de la fertilización en el cultivo de limón Sutil en dos zonas agroecológicas en la provincia de Santa Elena, Ecuador.	28
<b>CAPITULO IV</b>	<b>30</b>
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	30
4.1 CARACTERIZACIÓN DE FINCAS PRODUCTORAS DE LIMON SUTIL EN LA PROVINCIA DE SANTA ELENA, ECUADOR.	30
4.2 EVALUACION DE LA SUSTENTABILIDAD DE LAS FINCAS	41

PRODUCTORAS DEL CULTIVO DE LIMON SUTIL EN LA PROVINCIA DE SANTA ELENA, ECUADOR.	
4.2.1 Análisis de la sustentabilidad de fincas productoras de limón Sutil.	41
4.2.2 Puntos críticos de la sustentabilidad	43
4.3 DESARROLLO DE EXPERIENCIAS PARA LA MEJORA TECNOLÓGICA DEL CULTIVO DEL LIMÓN SUTIL EN LA PROVINCIA DE SANTA ELENA, ECUADOR.	46
4.3.1 <b>Experiencia 1:</b> Comportamiento del cultivo del limón en dos zonas agroecológicas de Santa Elena, Ecuador.	46
A Incidencia de plagas y enfermedades	46
B Calidad del fruto del limón	47
C Rendimiento del cultivo	48
4.3.2 <b>Experiencia 2:</b> Comportamiento del cultivo del limón Sutil en “fincas tipo” En la provincia de Santa Elena, Ecuador.	49
- Incidencia de plagas y enfermedades	49
- Calidad del fruto del limón	50
- Rendimiento del cultivo	51
4.3.3 <b>Experiencia 3:</b> Efecto de la fertilización sobre el limón Sutil en dos zonas agroecológicas en la provincia de Santa Elena, Ecuador.	53
1.- Incidencia de plagas y enfermedades	53
2.- Calidad del fruto del limón	53
3.- Rendimiento del cultivo	55
<b>CAPÍTULO V</b>	57
CONCLUSIONES	57
<b>CAPÍTULO VI</b>	59
RECOMENDACIONES	59
<b>CAPÍTULO VII</b>	60
BIBLIOGRAFIA	60

## INDICE DE CUADRO

	<b>Pág.</b>
<b>Cuadro 3.1</b> Sub-indicadores y variables usadas para evaluar la sustentabilidad de fincas productoras de limón, en Santa Elena, Ecuador.	25
<b>Cuadro 3.2</b> Tratamientos, estudiados en ensayo de fertilización en cultivo de limón Sutil en la provincia de Santa Elena, Ecuador.	28
<b>Cuadro 3.3</b> Características del suelo en “fincas tipo” en la provincia de Santa Elena, Ecuador.	40
<b>Cuadro 4.4</b> Resumen de la evaluación de la sustentabilidad económica en fincas productoras de limón en Santa Elena, Ecuador.	41
<b>Cuadro 4.5</b> Resumen de la evaluación de la sustentabilidad ecológica en fincas productoras de limón en Santa Elena, Ecuador.	42
<b>Cuadro 4.6</b> Resumen de la evaluación de la sustentabilidad sociocultural en fincas productoras de limón en Santa Elena, Ecuador.	42
<b>Cuadro 4.7</b> Resumen de la evaluación de la sustentabilidad general en fincas productoras de limón en Santa Elena, Ecuador.	43
<b>Cuadro 4.8</b> Incidencia de plagas y enfermedades (%) en Colonche y Manglaralto, provincia de Santa Elena, Ecuador	47
<b>Cuadro 4.9</b> Diámetro del fruto de limón (cm) en Colonche y Manglaralto, provincia de Santa Elena, Ecuador.	48
<b>Cuadro 4.10</b> Peso del fruto de limón (g/unidad) en Colonche y Manglaralto, provincia de Santa Elena, Ecuador.	48
<b>Cuadro 4.11</b> Rendimiento en cultivo de limón en Colonche y Manglaralto, provincia de Santa Elena. Ecuador.	49
<b>Cuadro 4.12</b> Incidencia de plagas y enfermedades (%) en “fincas tipo” en la provincia de Santa Elena, Ecuador.	50
<b>Cuadro 4.13</b> Diámetro del fruto (cm) en fincas tipo en la provincia de Santa Elena, Ecuador.	51
<b>Cuadro 4.14</b> Peso del fruto (g) en fincas tipo en la provincia de Santa Elena, Ecuador.	51
<b>Cuadro 4.15</b> Rendimiento de limón en fincas tipo en la provincia de Santa Elena, Ecuador.	52
<b>Cuadro 4.16</b> Efecto de los tratamientos sobre la incidencia de plagas y enfermedades (%) en la provincia de Santa Elena, Ecuador.	53

<b>Cuadro 4.17</b>	Efecto de la fertilización sobre el diámetro del fruto (cm) en Colonche y Manglaralto. Provincia de Santa Elena. Ecuador.	54
<b>Cuadro 4.18</b>	Efecto de la fertilización sobre el peso del fruto (g) en Colonche y Manglaralto. Provincia de Santa Elena. Ecuador.	54
<b>Cuadro 4.19</b>	Efecto de la fertilización sobre el número de frutos/planta en Colonche y Manglaralto. Provincia de Santa Elena. Ecuador.	55
<b>Cuadro 4.20</b>	Efecto de la fertilización sobre el rendimiento en Colonche y Manglaralto Provincia de Santa Elena. Ecuador.	55

## INDICE DE ANEXO

<b>Cuadro 1A</b>	Encuesta para caracterizar El cultivo de limón en Santa Elena, Ecuador.
<b>Cuadro 2A</b>	Encuesta para evaluar la sustentabilidad del as fincas productoras de limón en Santa Elena, Ecuador
<b>Cuadro 3A</b>	Temperatura, humedad relativa y precipitación, de Manglaralto año 2015
<b>Cuadro 4A</b>	Informe de las características climatológicas de Santa Elena 2014
<b>Cuadro 5A</b>	Indicadores para evaluar la Dimensión Económica (IK) para medir la sustentabilidad del de las fincas productoras de limón en Santa Elena, Ecuador.
<b>Cuadro 6A</b>	Indicadores para evaluar la Dimensión ecológica (IE) para medir la sustentabilidad de las fincas productoras de limón en Santa Elena, Ecuador.
<b>Cuadro 7A</b>	Indicadores para evaluar la Dimensión Socio Cultural (I.S.C) para medir la sustentabilidad de las fincas productoras de limón en Santa Elena, Ecuador.
<b>Cuadro 8A</b>	Promedios de la Sustentabilidad de las fincas productoras de limón en Santa Elena, Ecuador.
<b>Cuadro 9A</b>	Porcentajes de presencias de plagas, en dos zonas Agroecológicas en la producción de <i>Citrus aurantifolia</i> S. Colonche, Santa Elena.
<b>Cuadro 10A</b>	Porcentajes de presencias de plagas, en dos zonas Agroecológicas en la producción de <i>Citrus aurantifolia</i> S. Manglaralto, Santa Elena.
<b>Cuadro 11A</b>	Promedios diámetro del fruto, en dos zonas Agroecológicas en la producción de <i>Citrus aurantifolia</i> S. Colonche y Manglaralto Santa Elena.
<b>Cuadro 12A</b>	Promedios peso del fruto, en dos zonas Agroecológicas en la producción de <i>Citrus aurantifolia</i> S. Colonche y Manglaralto Santa Elena.
<b>Cuadro 13A</b>	Promedios rendimientos, en dos zonas Agroecológicas en la producción de <i>Citrus aurantifolia</i> S. Colonche y Manglaralto, Santa Elena.
<b>Cuadro 14A</b>	Porcentajes de presencias de plagas, en las fincas tipos en la producción de <i>Citrus aurantifolia</i> S. Colonche y Manglaralto, Santa Elena.
<b>Cuadro 15A</b>	Promedios diámetro del fruto, de las 4 fincas tipos en la producción de <i>Citrus aurantifolia</i> S. Colonche y Manglaralto Santa Elena.
<b>Cuadro 16A</b>	Promedios peso del fruto, de las 4 fincas tipos en la producción de <i>Citrus aurantifolia</i> S. Colonche y Manglaralto Santa Elena.
<b>Cuadro 17A</b>	Rendimientos, t/ha de las cuatro fincas tipos en la producción de <i>Citrus aurantifolia</i> S. Colonche y Manglaralto Santa Elena.
<b>Cuadro 18A</b>	Promedios de presencia de plagas, (%). Efecto de NPK en la producción de limón en la zona Manglaralto provincia Santa Elena, Ecuador
<b>Cuadro 19A</b>	Promedios de presencia de plagas, (%). Efecto de NPK en la producción de limón en la zona Colonche provincia Santa Elena, Ecuador.
<b>Cuadro 20A</b>	Promedios diámetro del fruto, (cm). Efecto de NPK en la producción de limón en la zona Manglaralto y Colonche provincia Santa Elena, Ecuador
<b>Cuadro 21A</b>	Promedios peso del fruto, (g). Efecto de NPK en la producción de <i>Citrus</i>

- aurantifolia Swingle* en la zona Manglaralto, Santa Elena.  
Promedios número de frutos por planta. Efecto de NPK en la producción de *Citrus aurantifolia Swingle*, en Manglaralto, Colonche Provincia Santa Elena, Ecuador.
- Cuadro 22A**
- Promedios rendimiento por tratamiento. Efecto de NPK en la producción de *Citrus aurantifolia Swingle*, en Manglaralto, Colonche Provincia Santa Elena, Ecuador.
- Cuadro 23A**
- Análisis de la varianza, incidencia de pulgón (%) en zona Manglaralto, Santa Elena Ecuador.
- Cuadro 24A**
- Análisis de la varianza, incidencia de Mosca Blanca (%) en zona Manglaralto, Santa Elena Ecuador.
- Cuadro 25A**
- Análisis de la varianza, incidencia de Fumagina (%) en zona Manglaralto, Santa Elena Ecuador.
- Cuadro 26A**
- Análisis de la varianza, incidencia de hormigas (%) en zona Manglaralto, Santa Elena Ecuador.
- Cuadro 27A**
- Análisis de la varianza, incidencia de pulgón (%) en zona de Colonche, Santa Elena, Ecuador.
- Cuadro 28A**
- Análisis de la varianza, incidencia de Mosca Blanca (%) en zona de Colonche, Santa Elena, Ecuador.
- Cuadro 29A**
- Análisis de la varianza, incidencia de Fumafina (%) en zona de Colonche, Santa Elena, Ecuador.
- Cuadro 30A**
- Análisis de la varianza, diámetro del fruto, zona Manglaralto, Santa Elena Ecuador.
- Cuadro 31A**
- Análisis de la varianza, diámetro del fruto, zona Colonche, Santa Elena Ecuador.
- Cuadro 32A**
- Análisis de la varianza, peso del fruto, zona Manglaralto, Santa Elena Ecuador.
- Cuadro 33A**
- Análisis de la varianza, peso del fruto, zona Colonche, Santa Elena Ecuador.
- Cuadro 34A**
- Análisis de la varianza, numero del fruto, zona Manglaralto, Santa Elena Ecuador.
- Cuadro 35A**
- Análisis de la varianza, numero del fruto, zona Colonche, Santa Elena Ecuador.
- Cuadro 36A**
- Análisis de la varianza, Rendimiento, zona Manglaralto, Santa Elena Ecuador.
- Cuadro 37A**
- Análisis de la varianza, Rendimiento, zona Colonche, Santa Elena Ecuador.
- Cuadro 38A**

## CAPITULO I

### INTRODUCCIÓN

En Ecuador se cultiva el limón Sutil (*Citrus aurantifolia* (Christm) Swingle) y el limón Tahití (*Citrus latifolia* (Yu.Tanaka) Tan) para el consumo local y la exportación, respectivamente, Según datos del III Censo Nacional Agrícola 2000, se encontró que entre ambos habían 4405 ha, y en 3257 unidades de producción agropecuarias (UPAs). Velasco (2009), señala que las principales provincias productoras de cítricos son Pichincha, Manabí, y Guayas; en las dos últimas se concentra la producción de limón Tahití, en un 60 % asociado con otros cultivos (SICA, 2002). Un estudio elaborado por Proyecto Integral de Desarrollo Agrícola Ambiental y Social de forma Sostenible en el Ecuador, determinó que en la Provincia de Santa Elena hay 500 ha cultivadas con limón, distribuidas en unidades de producción agropecuaria que tienen un área entre 0.3 a 10 ha; a esta actividad se dedican aproximadamente 400 agricultores (PIDAASSE, 2011). El precio del limón varía según la oferta: enero es el mes más alto de la cosecha y el valor de la malla (saco con alrededor de 1200 unidades, con un peso de 35 kilos) cae hasta US\$ 5. Sin embargo, cuando el limón escasea (agosto y septiembre) se llega a pagar hasta US\$ 28.

Por otra parte, García (2014), señala que algunas enfermedades que suelen ser de importancia en este cultivo en Ecuador son: Roña Roña (*Elsinoë fawcettii* Bitanc. & Jenkins), Virosis (*Virus de la tristeza*), Mancha de la hoja y Pudrición negra del fruto (*Alternaria sp.*), Fumagina (*Capnodium citri* Berk. & Desm), Gomosis (*Phytophthora parasitica* Dast). Las plagas de mayor importancia son: Mosca blanca (*Aleurothrixus floccosus*), Escama de nieve (*Unaspis citri* Comst), Coma de los citrus (*Lepidosaphes beckii* Necoman), Escama algodonosa (*Icerya purchasi* Mask), Acaro de los cítricos (*Phyllocoptruta oleivora* Ashmead), y Mosca de la fruta (*Anastrepha fraterculus* Wied).

En el Litoral ecuatoriano, se han reportado 15 patrones en estudio; de los cuales sobresalen Mandarina Cleopatra, Citranger Troyer, Citranger Carrizo, Citrumelo Swingle y Limón Volkamericano. El primero es el más utilizado a nivel mundial, por sus buenas características, los otros cuatro patrones presentan resistencia a la gomosis, una buena

productividad y vigor, precocidad en la producción y frutos de buena calidad (García, 2014).

El cultivo del limón tiene gran importancia social y económica en la provincia de Santa Elena; pero posee diversos problemas que conllevan a bajos rendimientos y por lo tanto menores ingresos para los productores. Esta situación sugiere la necesidad de diseñar programas de mejora tecnológica para la zona los cuales deben hacerse bajo el marco de una agricultura sustentable. Las fincas en esta provincia son muy diversas y complejas, por lo que es necesario hacer una caracterización como paso previo para cualquier proyecto posterior. El alto grado de heterogeneidad de fincas dificulta la toma de decisiones de carácter transversal (Cabrera *et al.*, 2004). Por lo que el agrupamiento de explotaciones acuerdo a sus semejanzas, maximiza la homogeneidad dentro del grupo acorde a sus similitudes. Una de las formas de encontrar las mencionadas diferencias, es mediante la caracterización, la misma que hace la descripción de las principales características y las múltiples interrelaciones entre las organizaciones (Bolaños, 1999) sirve para definir línea base y establecer relaciones entre las variables sociales, económicas, ambientales y productivas en un sistema.

En reuniones con técnicos y agricultores de la zona se ha manifestado la necesidad de realizar investigación agronómica en temas de fertilización y otros, para ayudar a la mejora tecnológica de este cultivo en la provincia de Santa Elena. Este trabajo de tesis se realizó con los siguientes objetivos:

- Caracterizar las fincas productoras del cultivo de limón Sutil (*Citrus aurantifolia* (Christm) Swingle) en la Provincia Santa Elena, Ecuador.
- Evaluar la sustentabilidad de las fincas tipos productoras del cultivo de limón Sutil (*Citrus aurantifolia* (Christm) Swingle) en la Provincia Santa Elena, Ecuador.
- Desarrollar experiencias para la mejora tecnológica del cultivo de limón Sutil (*Citrus aurantifolia* (Christm) Swingle) en la Provincia Santa Elena, Ecuador.

## **1.1 EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

En el 2002 las principales provincias productoras de cítricos eran Pichincha, Manabí y Guayas, (INEC, 2002). Esta situación cambió y para el año 2011, la mayor área sembrada se encuentra en la provincia de Manabí con 1200 ha (El Comercio, 2011). Por otro lado, la

provincia de Santa Elena se encuentra cerca de Manabí por ende también se está convirtiendo en una zona limonera, puesto que ahora el cultivo del limón Sutil (*Citrus aurantifolia* (Christm) Swingle) tiene gran importancia social y económica en la provincia de Santa Elena, pero tiene diversos problemas que conllevan a tener bajos rendimientos y por lo tanto menores ingresos para los productores.

Por ende la finalidad de la investigación es caracterizar y evaluar el grado de sostenibilidad de los sistemas agrícolas, determinar los indicadores más eficientes en la evaluación de la sostenibilidad y diseñar programas de mejora tecnológica para los agroecosistemas tomando en cuenta que el principal cultivo es el cítrico.

## **1.2 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN**

- ¿Cuáles son las características del sistema de producción de limón (*Citrus aurantifolia* (Christm) Swingle) en la provincia de Santa Elena, Ecuador?
- ¿Cuál es el nivel de sostenibilidad de las fincas productoras de limón (*Citrus aurantifolia* (Christm) Swingle) en la provincia de Santa Elena, Ecuador?
- ¿Cuál es el nivel de fertilización recomendable para el limón (*Citrus aurantifolia* (Christm) Swingle) en la provincia de Santa Elena, Ecuador?

## **1.3 HIPÓTESIS**

Las fincas productoras de limón Sutil (*Citrus aurantifolia* (Christm) Swingle) en la provincia de Santa Elena (Ecuador), no son sustentables.

## CAPITULO II

### REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

#### 2.1 EL CULTIVO DE LIMÓN (*Citrus aurantifolia* (Christm) Swingle)

Frecuentemente, la información relativa al comercio de limones se encuentra agrupada en “limones y limas”, es decir considera las especies *Citrus aurantifolia* y *Citrus latifolia* (Avilán *et al.*, 1997). Según cifras de FAO la producción mundial de cítricos en el 2014 fue de 78 millones de toneladas, de las cuales 66 por ciento son naranjas, 16 por ciento son mandarinas, 11 por ciento limones y limas y 7 por ciento pomelos. 15 países representan más del 80 por ciento de la producción mundial (Acción Ecológica, 2015).

Según la FAO, para el año 2012 los principales productores de cítricos del mundo fueron Brasil con una producción de 18.01 millones de toneladas métricas representando el 21.2% de la producción mundial. Seguido de Estados Unidos con una producción de 8.2 millones de toneladas métricas equivalentes al 9.6 % de la producción mundial, China Continental, India, México, España, Egipto, Italia, Turquía y Sudáfrica que estuvieron en un rango de 1.6 a 6.5 toneladas métricas (FAOSTAT, 2013).

Según la FAO, Ecuador en el 2010 y 2011, logró producir 115.2 y 100.6 mil toneladas métricas de cítrico. Datos del Banco Central del Ecuador, señalan que entre limón Tahití, sutil, y lima se exporto 6.622 toneladas métricas y a diferentes partes del mundo (Dirección de Inteligencia Comercial e Inversiones, 2012).

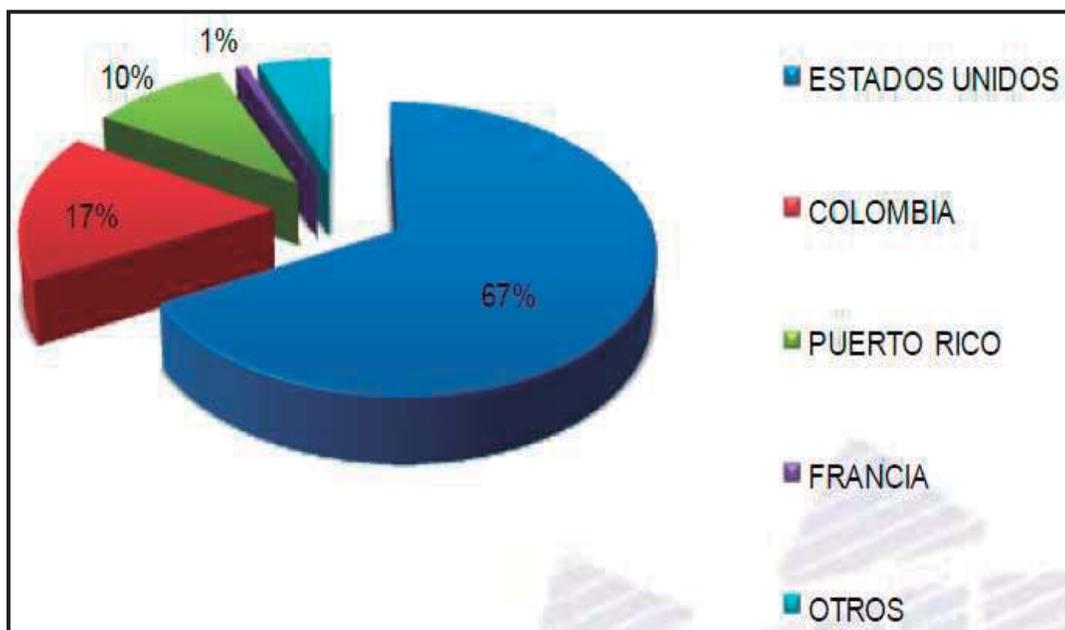
Por otro lado debido a su ubicación geográfica, el Ecuador se encuentra en una posición ventajosa para la producción de lima y limón. Todas las regiones del país cuentan con condiciones climáticas y ambientales adecuadas para el cultivo de estos cítricos.

Los cítricos por lo general producen en las zonas del sub-trópico y trópico del país, sin embargo se los puede encontrar en los valles cálidos de la sierra, valles secos de la costa y ciertas zonas amazónicas: Las principales provincias productoras son Manabí, Guayas, Península de Santa Elena, Los Ríos, Bolívar, Pichincha, Loja, Tungurahua, y Azuay (Puentes, 2006).

Según UTEPI (2006), el Ecuador es un país apto para cultivo de limón sutil, la producción obtenida en el país se destina al mercado de fruta fresca, para el consumo interno y para la exportación. Esto determina que no exista una verdadera industria procesadora de cítricos.

La participación en las exportaciones cítricas en el Ecuador no está muy explotado, según el Banco Central del Ecuador (2009), los limones y limas reporta una participación muy leve dentro del promedio de las exportaciones no tradicionales con apenas un 0,04%. Durante el periodo 2006 – 2008.

Los principales destinos para las exportaciones ecuatorianas de los cítricos, fueron Estados Unidos y Colombia que representan el 84% de lo exportado durante dicho período. Pero existe un grupo menor de lugares de destino de los productos, tal como se presenta en el Figura 1 (CORPEI, 2009).



**Figura. 2.1** Principales destinos de las exportaciones ecuatorianas de limones y lima para el periodo 2006-2008 [tomado de BCE / SIM (CORPEI, 2009)].

### 2.1.1 El cultivo del limón sutil

Según Gobierno del Estado de Colima (2005), las características taxonómicas del limón son:

Nombre común: Limón Sutil

Nombre científico: *Citrus aurantifolia* (Chistm) Swingle.

Género: Citrus

Familia: Rutaceae

Subfamilia: Aurantioideae

Clado: Rósidas

Clado: Eudicotiledónea

Tribu: Citreaes

Subtribu: Citrinas

Las características morfológicas de la planta son las siguientes:

**Árbol:** El limón es un árbol frutal perennifolio, que alcanza de 6-7 metros de altura, con numerosas ramas con espinas duras y gruesas y de copa amplia y redondeada (Vanegas, 2002).

**Hoja:** Son simples, de color verde pálido, y con una forma que puede ir de oblongas a elíptico-ovadas, de 2.5 a 9 cm de longitud y 1.5 – 5.5 cm de ancho. Tienen punta corta y obtusa y el margen aserrado-dentado. Las hojas jóvenes tienen un color claramente rojizo (Vanegas, 2002).

**Flores:** Son pequeñas, de color blanco y se disponen en grupos en las axilas de una a siete flores y estambre largo, cuando están plenamente expandidas. Las flores son de 1.5 a 2.5 centímetros de diámetro, el color es crema, fragantes. La floración ocurre durante todo el año pero es más intensa en la primavera (Vanegas, 2002).

**Fruto:** Es de forma oblonga u ovalada, de 7 a 12 cm de longitud, de color verde oscuro durante su desarrollo, gradualmente van tornándose en verdes claros o amarillo cuando comienza la sobre maduración o envejecimiento. La fruta tiene lóculos con pulpa de grano fino de color amarillento verdoso pálido, muy ácido y aromático. El tiempo que demora en desarrollar un fruto depende de las condiciones climáticas, pero puede durar de 90 a 120 días después de la floración (Comisión Veracruzana de Comercialización Agropecuaria, 2001).

**Semillas:** Son pequeñas, ovoides y puntiagudas, que pueden ser altamente poliembriónicas (producen dos o más plantas por semilla) (Amórtegui, 2001).

**La raíz:** Es una estructura que se extiende debajo de la tierra de forma similar al dosel de las ramas por encima del suelo. Las raíces principales son las raíces laterales leñosas de la que crecen pequeñas raíces fibrosas. Es a través de las raíces fibrosas que el árbol extrae nutrientes y la humedad del suelo. Dependiendo de las condiciones del suelo, las raíces de un limonero en plena madurez puede llegar a una profundidad de 5m bajo la superficie del suelo, aunque el 50 por ciento de las raíces están a menos de 30 - 76 cm de profundidad. En el suelo de arcilla dura, el 75 por ciento de las raíces podría estar en los primeros 30 cm del suelo. Las raíces se ven afectadas por la temperatura y la humedad y un sistema de raíces poco profundas no beneficia a la salud del árbol (Legaz *et al.*, 1995).

### **2.1.2 Requerimientos edafológicos:**

Según el Instituto Nacional de Investigaciones, Forestales, Agrícolas y Pecuarias (2013), los requerimientos edafológicos son:

**Clima:** El más adecuado es del tipo mediterráneo, sin embargo se puede cultivar en regiones desérticas, subtropicales y tropicales libre de heladas.

**Temperaturas:** Deben estar entre 25°C a 30° C, que se considera óptimo para la actividad fotosintética de la planta.

**Humedad:** Los cítricos en general se adaptan muy bien en zona donde el rango es de 40 – 70%.

**Pluviosidad:** Es preferible plantar el cultivo en lugares donde la precipitación pluvial sea de 400 a 1,200 mm anuales.

**Altitud:** Las altitudes para los cítricos están entre los 0 - 1.200 msnm.

Para el Gobierno del Estado de Chiapas (2006) en México, las características del suelo adecuados para este cultivo son los de textura franco arenoso, franco arcilloso, friables y ricos en materia orgánica. Deben ser profundos y bien drenados, sin excedentes de agua.

Regulares: Suelos moderadamente drenados.

### **2.1.3 Fertilización**

Escobedo (2003), dice que el balance nutricional de la planta está referido a la relación cuantitativa con que son absorbidos los nutrientes, de tal manera que su utilización por la planta sea óptima. Para el balance nutricional adecuado se debe realizar un diagnóstico,

que consiste en la evaluación de los requerimientos nutricionales de una plantación, este es la base para la elaboración de un adecuado plan de fertilización en frutales.

Las formas de fertilización se relacionan con las características de los fertilizantes, su concentración en el suelo, la cantidad y las necesidades del cultivo que está vinculado con las características físico-química del suelo (Torrez, 2006).

Los cítricos absorben nutrientes durante todo el año, pero la absorción es más acentuada durante las etapas de floración y formación de fruta. Por otro lado en la fertilización de los cítricos se enfatiza el suministro de N y K, debido a que los resultados de investigación conducida en todo el mundo ha encontrado que estos nutrientes son los que más influyen en el rendimiento y calidad de la fruta. Otros nutrientes pueden ser importantes de acuerdo con las características de fertilidad de los suelos (Molina y Morales, 1999).

Los fertilizantes proveen a las plantas uno o más nutrientes necesarios para su desarrollo, crecimiento, reproducción u otros procesos. Los cítricos necesitan mucho de los macro y micro nutrientes, tales como N, P, K, Ca, Mg, S. para mantener el balance nutricional. Sin embargo el balance se puede obtener usando abonos compuestos tales como el 18-5-15-6-2, 20-7-12-3-1 y el 2-15-5-5, para condiciones de Perú (Loli, 2011). El mismo criterio tiene Rodríguez (1992), que señala que los fertilizantes son elementos nutritivos que se suministran a las plantas para complementar las necesidades nutricionales para su crecimiento y desarrollo.

En los últimos años se han realizado algunos estudios para conocer la situación de algunos sistemas de producción en café en Manabí (Santistevan, 2013; Reina, 2016 y Palomeque, 2016). Se espera que estas experiencias aumenten el interés por desarrollar una corriente de opinión favorable a la necesidad de que los sistemas productivos en la agricultura ecuatoriana se diseñen solo en marco de desarrollo sustentable.

De acuerdo a diversos autores, (Vegas, y Narrea, 2011; Ruiz *et al.* 2013), los requerimientos nutricionales del limón sutil, son muy dispersos y varían de acuerdo a la edad de la planta. Así, en el primer año requiere entre 6,8-50 g N, 0,8 -25 g P, 3,6-25 g K, al sexto año 80-210 g N, 18- 80 g P y 40-121 g K, al décimo segundo año 667-1 000 g N, 53-450 g P, 347-1 000 g/planta/año.

#### **2.1.4 Efectos de los porta-injertos sobre calidad y producción de fruta de cítricos.**

Se llama patrón a la planta que recibe el injerto, ésta dará lugar a la formación del aparato radical con las que proporciona de alimentación mineral a la asociación, el injerto formará la copa. Uno de los efectos más significativos del patrón es el control del tamaño que a veces va acompañado por un cambio en la forma del árbol, es lo que ocurre con el limón rugoso que confiere precocidad en este sentido a cualquier especie o variedad cítrica en comparación con otros porta-injertos, por otro lado están los aspectos de calidad, tanto interna como externa, en los cítricos, los efectos son muy notables en las características de los frutos del cultivar injertado sobre ellas (Gómez, 2001).

Por otro lado Urbina (2001), señala las principales influencia del patrón sobre la parte aérea de una planta. Se conoce bien que el patrón tiene una gran influencia sobre el vigor y comportamiento vegetativo de la planta, influir en aspectos como la precocidad de la planta o anticipación de la fructificación, en las características del fruto como tamaño, color y otros aspectos de la calidad, ejerce acciones directas e indirectas que permiten el desarrollo de la variedad que se adapten a suelo con problemas de sequía, exceso de humedad, caliza, salinidad, la resistencia a factores climáticos y a plagas y enfermedades.

Existen muchas características que son influenciadas por el porta-injerto, algunas están relacionadas con aspectos tal como anatomía interna y composición química de las hojas, eficiencia fotosintética, tolerancia al frío, tolerancia a la sequía, etc. En algunos casos, los cítricos están influenciado por el patrón, el mismo que hace que la planta presente precocidad en el inicio de la producción, este caso ocurre con el uso del patrón del limón rugoso cuando es utilizado como porta-injerto (Escobedo, 2003).

#### **2.1.5 Enfermedades de los cítricos.**

La incidencia y el ataque de plagas y enfermedades en los cítricos dependen de muchos factores, por ejemplo, del manejo del cultivo y las prácticas de control en las parcelas. A continuación se describen algunas de las plagas y enfermedades que suelen ser de importancia en éste cultivo.

**Gomosis** (*Phytophthora parasítica*). Se caracteriza porque forma una goma, ataca a la corteza del tronco, generalmente en la unión del injerto o por encima de él, también puede contaminar la corteza de las raíces. Como inicio del problema es la presencia de gotas de goma en la superficie de la corteza. Cuando la pudrición del pie se ha desarrollado hasta

rodear parcialmente el tronco, el árbol declina, presentándose con falta de vigor y decaimiento generalizado, y los frutos pequeños. Entre las medidas preventivas contra la pudrición se recomienda la utilización de patrones resistentes, buen drenaje, evitar lesiones en el tronco y raíces. Cuando la infección se descubre en un estado muy avanzado se limpia la corteza infectada y se aplica una pasta bordelesa (Falconí, 1999, citado por García 2014).

**Fumagina** (*Capnodium citri*).- Es un hongo que no acata los tejidos de las plantas, está asociado con escamas, áfidos, chinches harinosas y ninfas de mosca blanca, en cuyas secreciones crece el micelio. La enfermedad se caracteriza por la presencia de una película negra que cubre la superficie foliar y ocasionalmente en los frutos de la planta, el cual obstaculiza la entrada de la luz dificultando la fotosíntesis, una forma indirecta de combatir el hongo consiste en la eliminación de las plagas antes mencionadas y después hacer aspersiones con fungicidas, mezclado con un insecticida y un adherente (Rendón, 1992).

**Mancha de la hoja y Pudrición negra del fruto** (*Alternaria citri*.). Esta produce manchas necróticas que destruyen los tejidos de las hojas. Cuando ataca a los frutos, la infección comienza en los extremos florales, al ser cortados, los frutos infectados presentan una porción seca, negra, en descomposición, y en casos avanzados se extiende hasta el corazón del fruto. Esta enfermedad se puede controlar con compuestos de cobre como Kocide (0,1) %, Kaptan (0,25) % o Zineb (0,25%) (García, 2014).

#### **2.1.6 Plagas de los cítricos.**

A continuación se presentan las principales plagas que en muchas ocasiones causan daños significativos al cultivo produciendo pérdidas económicas para el agricultor.

**Mosca blanca** (*Alerothricus floccosus* Mask). Estos insectos se encuentran mayormente en el envés de las hojas, aunque en casos de infestaciones muy fuertes puede encontrarse también en el haz. Los adultos presentan una clara preferencia por los brotes nuevos de forma que en hojas viejas predominan estadios ninfales avanzados y en hojas jóvenes predominan adultos y huevos. Cada hembra puede poner una media de unos 200 huevos. Tras su emergencia, la ninfa móvil de primer estadio busca una zona óptima de la hoja para fijarse en ella, generalmente sobre las nerviaciones secundarias y terciarias de la hoja (Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias, 2010).

**Pulgones** (*Aphis spiraeicola*). Son de 3mm de color verde y acatan a la planta ya sea que se encuentre éstos en forma de ninfas o adultos se alimentan de la savia de brotes y hojas jóvenes, causando deformaciones de las hojas y retraso en el desarrollo (Vegas y Narrea, 2011). Por otro lado Vanegas, (2002) señala que los pulgones succionan la savia de los tejidos, originando la caída de botones y de pequeños frutos y provoca deformaciones y retardo en el desarrollo, también segregan un líquido azucarado que contribuye a la formación de la fumangina, algunos de los pulgones son transmisores de enfermedades virales como la “tristeza de los cítricos”.

**Ácaro blanco**, (*Polyphatarsonemus latus*). Este ácaro infecta hojas, ramas y frutos, causa daños a las células epidérmicas, las cuales adquieren coloración blanquecina a manera de manchas blancas y de aspecto áspero, los frutos atacados por el ácaro presentan por lo general, tamaño, peso y porcentaje de jugo reducido (Rodríguez, 2002).

## **2.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS SISTEMAS**

La caracterización de los sistemas, según Sánchez y Arbey (2011), es una fase descriptiva con fines de identificación, entre otros aspectos, de los componentes, acontecimientos, actores, procesos y contexto de una experiencia, un hecho o un proceso.

Para Strauss y Corbin (2002), la caracterización es un tipo de descripción cualitativa o cuantitativo con el fin de profundizar el conocimiento sobre algo, es una descripción u ordenamiento conceptual, que se hace desde la perspectiva de la persona que la realiza; partiendo de un trabajo de indagación documental del pasado y presente o de un fenómeno.

La caracterización es importante para definir la línea de base y establecer relaciones entre variables sociales, económicas, ambientales y productivas en un sistema de producción. El trabajo está enmarcado en los aspectos cualitativos, en un enfoque de Investigación Acción Participativa (Pi Baldo, 2012).

### **2.2.1 Herramientas de caracterización participativa.**

Según Tuxil y Nabhan, (1998), las herramientas para realizar la caracterización a los sistemas agrícola, pueden ser:

- Confección de mapas vernaculares.
- Confección de mapas de los sueños.
- Entrevistas semi-estructuradas

**Mapas vernaculares:** Cuando se habla de mapa vernaculares es dejar que la población exprese sus conocimientos en las formas que ellos hablan; a través de esta herramienta los campesinos expresan su sentir en su propia forma de hablar, la percepción de su entorno natural, de su finca y la comunidad. “Los mapas vernaculares pueden destacar características culturales que no aparecen en los mapas topográficos de origen oficial”

**Mapas de los sueños:** Esta herramienta de similar característica que la anterior pero que da la perspectiva que la familia campesina tiene a futuro en la transformación de su entorno y comunidad. Viene siendo utilizada en trabajos de extensión rural participativos, como herramienta de diagnóstico y planificación de los cambios a dar en un corto mediano y largo plazo (Tuxil y Nabhan, 1998).

Esta herramienta sirve para incentivar la discusión sobre la historia de la finca, el presente y el futuro de acuerdo con el sueño de la familia, en cuanto al uso del suelo, recursos naturales, incorporación de instalaciones, etc.

**Entrevistas semi-estructuradas:** Las entrevistas semi-estructuradas es una técnica difundida en varias disciplinas del conocimiento para recoger información, las mismas que facilita y desencadena el diálogo entre los agricultores y el encuestador de forma colectiva y permite obtener informaciones veraces de la zona que se pretende investigar.

Esta técnica proporciona información precisa del tema de estudio, son menos rígidas que las encuestas, la misma contiene una lista de temas que serán guía para estimular el diálogo.

Estas entrevistas se hacen en el marco de las convivencias con las familias rurales y son ellos quienes definen los tiempos y momentos para realizarla, generalmente lo hacen al final las jornadas de trabajo, cuando está reunida la familia en la casa y se conversa con todo los integrantes (Tuxil y Nabhan, 1998).

### **2.3 SUSTENTABILIDAD**

La primera definición internacionalmente reconocida sobre la sustentabilidad, fue la de Asamblea de las Naciones Unidas en 1987, asociando la sostenibilidad al desarrollo y la define como aquel desarrollo que satisface las 26 necesidades de las generaciones

presentes sin comprometer las posibilidades de las generaciones futuras para atender sus propias necesidades (Mckeown, 2002).

Para Reyes – Sánchez (2005), la sostenibilidad no es una metodología, sino una filosofía, es una meta que debe construirse de manera participativa mediante la acción cotidiana colectiva y para ello, no hay recetas, sólo caminos por construir. Construir el desarrollo, implica entonces aprender formas diferentes de usar los recursos naturales y convivir entre seres humanos con diferencias culturales, al aportar no sólo conocimientos, sino a la par, nuevas formas de convivencia entre humanos y de relación con la naturaleza para que las siguientes generaciones también puedan disfrutar de los actuales ecosistemas, es decir, ofrecer una educación para la sostenibilidad: sistémica, compleja y respetuosa del equilibrio ambiental, social, ético y económico.

La sustentabilidad ha cobrado cada vez importancia, actualmente se ha convertido en uno de los elementos clave para el manejo de recursos naturales, y ha pasado a estar en el centro de la agenda de instituciones gubernamentales, de investigación, y otros grupos relacionados con el manejo de recursos. La discusión sobre el concepto de sustentabilidad y en general sobre desarrollo sustentable, sin embargo ha sido muy amplia e incluye desde posiciones puramente retórica hasta propuesta concretas que buscan hacer operativo este concepto a partir de una crítica fundamental del modelo de desarrollo actual (Astier *et al.*, 2008).

### **2.3.1 Dimensiones de la sustentabilidad**

Hablar de sustentabilidad es adentrarse a un tema muy complejo, por las dimensiones que éste abarca, puesto que está presente la escala temporal y la espacial, por ende debe tratarse como un tema interdisciplinario, ahora la sustentabilidad inicia una nueva alianza entre la naturaleza y cultura promoviendo una nueva economía, alineando los potenciales de la ciencia y la tecnología. Para definir cabalmente la sustentabilidad es necesario considerar todas sus dimensiones de manera articulada, caso contrario, se cae en reduccionismos inconducentes (Duran, 2010). Las dimensiones que se consideran son:

- La sustentabilidad ambiental, exige que el desarrollo sea compatible con el mantenimiento de los procesos ecológicos, la diversidad biológica y la base de los recursos naturales.

- La sustentabilidad social, requiere que el desarrollo aspire a fortalecer la identidad de las comunidades y a lograr el equilibrio demográfico y la erradicación de la pobreza.
- La sustentabilidad económica, demanda un desarrollo económicamente eficiente y equitativo dentro y entre las generaciones presentes y futuras.
- La sustentabilidad geográfica, ésta requiere valorar la dimensión territorial de los distintos ambientes. Es una nueva perspectiva ya que a pesar de que existe consenso, en los foros internacionales, sobre la importancia y dimensiones de este concepto, la realidad es que su aplicación en distintas escalas geográficas, especialmente en las escalas nacional, regional y local es todavía muy incipiente, existe una subvaloración de la dimensión territorial que puede traer consecuencias negativas en la planificación del desarrollo sostenible. Por lo demás, también se considera la sustentabilidad cultural, política y la dimensión educativa para completar el carácter complejo que abarca este concepto.

La dimensión ecológica promueve la protección de los recursos naturales, para la seguridad alimentaria y energética, está condicionada por la provisión de recursos naturales y de servicios ambientales de un espacio geográfico. Se refiere a la relación con la capacidad de carga de los ecosistemas, es decir, a la magnitud de la naturaleza para absorber y recomponerse de las influencias antrópicas (Duran, 2010).

La sustentabilidad social, debe tener en cuenta que implica promover modos de desarrollos diferentes que ayude el acceso y usos de los recursos naturales, así como también la protección de la biodiversidad y que sea socialmente sustentable en la reducción de la pobreza y de las desigualdades sociales, promueva la justicia, la equidad y la conservación del sistema de valores (Guimarães, 1998). Por otro lado, Duran, (2010), dice que la creciente importancia proporcionada a los criterios de consumo y de producción sustentable es un objetivo que los países lograrán cuando comiencen a reconocer que la sustentabilidad demanda un enfoque estratégico a largo plazo para transformar las causas que provocan los problemas ambientales.

Duran (2010), señala que la sustentabilidad económica demanda un desarrollo económicamente eficiente y equitativo dentro y entre las generaciones presentes y futuras. Caporal y Costabeber (2002), dicen que no se trata solamente de aumentar la producción o la productividad a cualquier costo, siempre se debe considerarse los recursos naturales disponibles para las futuras generaciones. La sustentabilidad económica no siempre

significa la obtención de beneficios, sino también toma en cuenta otros aspectos tal como la subsistencia y producción de consumo en general, que no suele aparecer en las mediciones monetarias convencionales.

La sustentabilidad cultural, según Guimarães (1998), comprende la situación de equidad que promueve que los miembros de una comunidad, tengan igual oportunidades en educación y aprendizaje de valores congruentes con un mundo crecientemente multicultural y multilingüe y de una noción de respeto y solidaridad en términos de sus modos de vida y formas de relación con la naturaleza.

En la sustentabilidad también se debe tomar en cuenta la dimensión geográfica que requiere valorar la dimensión territorial de los distintos ambientes implicando el progreso armónico de los distintos sistemas espaciales y ambientales, mitigando las disparidades y disfuncionalidades del territorio, además que promueve sus potencialidades y limita las vulnerabilidades (Duran, 1999).

Por último está la dimensión política que en la sustentabilidad se halla estrechamente vinculada a los procesos de democratización y de construcción en la ciudadanía, puesto que busca garantizar la incorporación plena de las personas a los beneficios de la sustentabilidad (Duran, 2010).

### **2.3.2 Grados de la sustentabilidad**

En el tema de la sustentabilidad se puede encontrar varios criterios o pensamientos, los mismos que se lo ha llamado grados de la sustentabilidad, sea este en el área ecológica, económica o sociocultural es una característica que permite diferenciar estas corrientes (Pierre, 2001). Caporal (1998), afirma que es muy importante adoptar la clasificación y diferenciación de los discursos sobre sustentabilidad en la medida que el uso del concepto de desarrollo sustentable ha dado cabida a todo tipo de intereses ideológicos, escondiendo las discrepancias de fondo existentes entre las diferentes escuelas de pensamiento.

Pierre (2001), hace una aclaración a los criterios o corriente existente en la sustentabilidad, el ambientalismo moderado o sustentabilidad débil y el ecologismo conservacionista o sustentabilidad fuerte, que privilegian el eje de la sustentabilidad económica y ecológico. Mientras que la corriente humanista crítica, se concentra en la sustentabilidad social.

Goodland y Daly (1996), dicen, que los llamados grados de sustentabilidad pertenecen a las corrientes con eje en la sustentabilidad ecológica-económica, y se diferencian de acuerdo al nivel de tolerancia frente a distintos tipos de capitales. Las clases de capitales que se consideran para este fin, son el natural, manufacturado, humano y social.

- Capital natural, se entiende al ambiente natural, es decir, el “stock” provenientes de servicios y bienes ambientales tales como; suelo, atmósfera, biodiversidad, bosques, agua.
- Capital manufacturado, está constituido por las casas, caminos, factorías, barcos. Los mismos que incorporan las cuentas económicas y financieras.
- Capital humano, por su parte, es la inversión en educación, salud, y nutrición de los individuos.
- Capital social, se incluyen las bases institucionales y culturales para que una sociedad funcione.

El grado de sustitución que se acepte entre los distintos capitales determinará el grado de sustentabilidad. Se consideraron cuatro grados de sustentabilidad, que a continuación se describen.

**Sustentabilidad muy débil:** Debe considerarse en mantener el stock total, pero prestando atención a la composición de los distintos tipos de capitales por ejemplo capital natural, humano y el manufacturado. Esto quiere decir que acepta la sustitución entre capitales, pero hasta cierto nivel crítico. Se asume que tanto el capital natural y el manufacturado son sustituibles dentro de ciertos límites. El problema de este grado de sustentabilidad radica en la dificultad de definir los niveles críticos para cada capital. Sin embargo, reconoce que para el funcionamiento del sistema se requiere de cada uno de los tipos de capital (Pierre, 2001).

**Sustentabilidad débil:** El concepto de la sustentabilidad débil se entiende como la viabilidad de un sistema socioeconómico en el tiempo, el mismo que se logra manteniendo el capital global y sus capacidades a través de las generaciones, incorporando así al capital natural y al capital humano. Tomando en cuenta que el capital natural está establecido por las existencias y el flujo de recursos naturales que entran en una sociedad, entre tanto el capital humano es la disponibilidad de capital monetario, la tecnología o el personal capacitado (Pérez, 1997).

**Sustentabilidad fuerte:** es la que debe mantener el nivel inicial de cada capital por separado, porque el capital natural y el manufacturado no son sustitutos sino complementos para la mayoría de las funciones productivas. Por ejemplo se acepta el uso de energía renovable, pero sólo si la ganancia que ésta genera se invierte en el desarrollo de tecnologías que permitan a las futuras generaciones disponer de energía en igualdad de condiciones con la generación actual. (Herzog, 2012).

**Sustentabilidad absurdamente fuerte:** esta asume que nunca debería disminuir ningún capital. Pues no se debería usar las energías no renovables y en las renovables solo e podrían cosechar las porciones del crecimiento neto anual (Herzog, 2012).

### 2.3.3 Agricultura Sustentable

Para la American Society of Agronomy (1987), una agricultura sustentable es aquella que, a largo plazo, promueve la calidad del medio ambiente y los recursos básicos de los cuales depende la agricultura; provee las fibras y alimentos necesarios para el ser humano; es económicamente viable y mejora la calidad de vida de los agricultores y la sociedad en su conjunto.

La FAO (1991), define la agricultura sustentable como “el manejo y la conservación de la base de los recursos naturales y la orientación de cambio tecnológico e institucional, de manera a asegurar la obtención y la satisfacción continua de las necesidades humanas para las generaciones presentes y futuras. Tal desarrollo sustentable en la agricultura resulta en la conservación del suelo, del agua y de los recursos genéticos animales y vegetales; además de no degradar el ambiente, ser técnicamente apropiado económicamente viable y socialmente aceptable”.

Machado y Campos (2008), la agricultura sustentable es aquella que conserva los ecosistemas agrícolas que reviste una gran importancia para la seguridad alimentaria del planeta, por cuanto ellos contienen los elementos necesarios que permiten obtener beneficio continuo del uso de agua, suelo, recursos genéticos, etc, para satisfacer las necesidades actuales de la población sin destruir los recursos naturales básicos para las generaciones futuras.

Otros autores coinciden en señalar que es la actividad agropecuaria que se apoya en un sistema de producción que tenga la aptitud de mantener su productividad y ser útil a la sociedad a largo plazo, cumpliendo los requisitos de abastecer adecuadamente de alimentos

a precios razonables y de ser suficientemente rentable como para competir con la agricultura convencional; además de ecológico para preservar el potencial de los recursos naturales productivos (Moreno, 2010).

Según Costanza y Daly (1992), la agricultura sustentable, es aquella que permite mantener en el tiempo un flujo de bienes y servicios que satisfagan las necesidades socioeconómicas y culturales de la población, dentro de los límites biofísicos que establece el correcto funcionamiento de los sistemas naturales que lo soportan.

#### **2.3.4 Indicadores de sostenibilidad**

El indicador no es más que una variable que informa y cuantifica sobre el estado de un sistema, permitiendo ver la tendencia de una finca, siendo esta la forma más fácil de detectar el comportamiento presente y futuro del predio (Abbona, 2004). Según el criterio de Sarandón (2002), el indicador debe estar estrechamente relacionada entre sí, que sea adecuado al objetivo perseguido, que sea sensible a un amplio rango de condiciones, debe tener sensibilidad a un cambio en el tiempo, tener habilidades predictivas, a mayor valor más sustentables, ser de fácil recolección, usos y confiables, ser sencillos de interpretar.

Los indicadores son herramientas ampliamente utilizadas. Sin embargo, no siempre estuvieron acompañado por un marco metodológico que le permita enmarcar la evaluación, y por lo tanto conocer su orientación (Bakkes *et al.*, 1994 y Winograd, 1995) Algunas veces, se han utilizados una lista de indicadores sin un marco claro que facilite la integración de los resultados del análisis. Con respecto a lo antes mencionado, De Camino y Muller (1993); Masera (2000) y Sarandón (2002), señalan que en otras aplicaciones, los indicadores han estado basados en un marco metodológico, lo mismos que han permitido integrar los resultados.

López *et al* (2002), señalan que a pesar del creciente uso de indicadores, que en general, el mayor esfuerzo ha estado dirigido a determinar que indicador debería ser medido u optimizado, sin un cuidadoso examen de las estrategias destinadas a aumentar la sustentabilidad del sistema como un todo. Diversos indicadores para medir la sustentabilidad han sido propuestos para poder construir un proceso participativo, y comparar sistemas de producción e identificar qué factores interfieren y que procesos participaran en un mejor desempeño.

En los últimos años algunos autores han desarrollado y aplicado métodos para la evaluación de la sustentabilidad, algunos de ellos han puesto el acento en la definición de indicadores ambientales, sociales y económicos, otros en el establecimiento de niveles de clasificación pero sin un marco claro que permita integrar los resultados de los análisis (Sayers *et al.*, 1994; Hammond *et al.*, 1995; Azar *et al.*, 1996; Taylor y Bodgan, 1992).

Otros autores proponen un marco metodológico para la definición de criterios e indicadores que serán utilizados en la evaluación (De Camino e Muller, 1993; FAO, 1994; Michell *et al* 1995; Masera *et al.*, 2000, entre otros). Entre los mencionado, destacan el Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales Mediante Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS) que viene siendo muy utilizado en México y en América Latina.

El Marco MESMIS, el mismo que es una herramienta metodológica dirigida a la evaluación del concepto de sustentabilidad, con múltiples dimensiones como la económica, social y la ambiental. Esta metodología es heredera del Marcos de Evaluación del Manejo Sustentable de Tierra de la FAO (Masera *et al*, 1999), por lo que se origina con una vocación agraria, es decir, teniendo como unidad de análisis principal el agro- ecosistema.

MESMIS considera siete atributos de la sustentabilidad para los sistemas de manejo de los recursos naturales relacionados entre sí (Masera *et al.*, 1999), estos son:

**Productividad:** Habilidad del agro-ecosistema para proveer el nivel requerido de bienes y servicios.

**Estabilidad:** Propiedad de sistema de guardar un estado de equilibrio dinámico, es decir, que se mantenga una productividad del sistema en un nivel de no decreciente a lo largo del tiempo, bajo condiciones promedios o normales.

**Resiliencia:** Capacidad de retornar el estado de equilibrio o mantener el potencial productivo después de que el sistema haya sufrido perturbaciones graves.

**Seguridad:** Capacidad del sistema para mantenerse en niveles cercano al equilibrio ante perturbaciones usuales del ambiente.

**Adaptabilidad:** Capacidad de encontrar nuevos niveles de equilibrio y continuar siendo productivo antes cambios a largo plazos en el ambiente.

**Equidad:** Habilidad del sistema para distribuir la productividad, tales como beneficios o costos de una manera justa.

**Autonomía:** Capacidad de regulación y control por parte del sistema y sus interacciones con el exterior.

Este método es válido para sistemas de producción específicos en un determinado contexto socio-político, en una escala espacial.

## **2.4 AGRICULTURA TRADICIONAL**

Es un sistema de producción basado en conocimientos y prácticas, que han sido desarrollados

a través de muchas generaciones. Tiene mucho de ecológico, pero no es agricultura ecológica puesto que le falta la conciencia actual científica de la ecología (Altieri, 1991). Este tipo de agricultura tiene la ventaja de siglos de evolución cultural y biológica que le ha adaptado bien a las condiciones locales (Egger, 1981). Los pequeños agricultores han desarrollado y/o heredado sistemas agrícolas complejos que les han permitido satisfacer sus necesidades de subsistencia durante siglos, aún en condiciones ambientales adversos sin depender de la mecanización o de los pesticidas y fertilizantes químicos modernos. Los objetivos de la agricultura tradicional han sido generalmente la maximización de los rendimientos, minimizar la inestabilidad entre cada año y prevenir a largo plazo la pérdida de la capacidad productiva del sistema agrícola. Los sistemas de agricultura tradicional han emergido a lo largo de siglos de evolución cultural y biológica, de manera que los campesinos y los indígenas han desarrollado o heredado agro-ecosistemas que se adaptan bien a las condiciones locales y que les han permitido satisfacer sus necesidades vitales por siglos, aún bajo condiciones ambientales adversas, tales como terrenos marginales, sequía o inundaciones (Altieri y Nicholls, 2000).

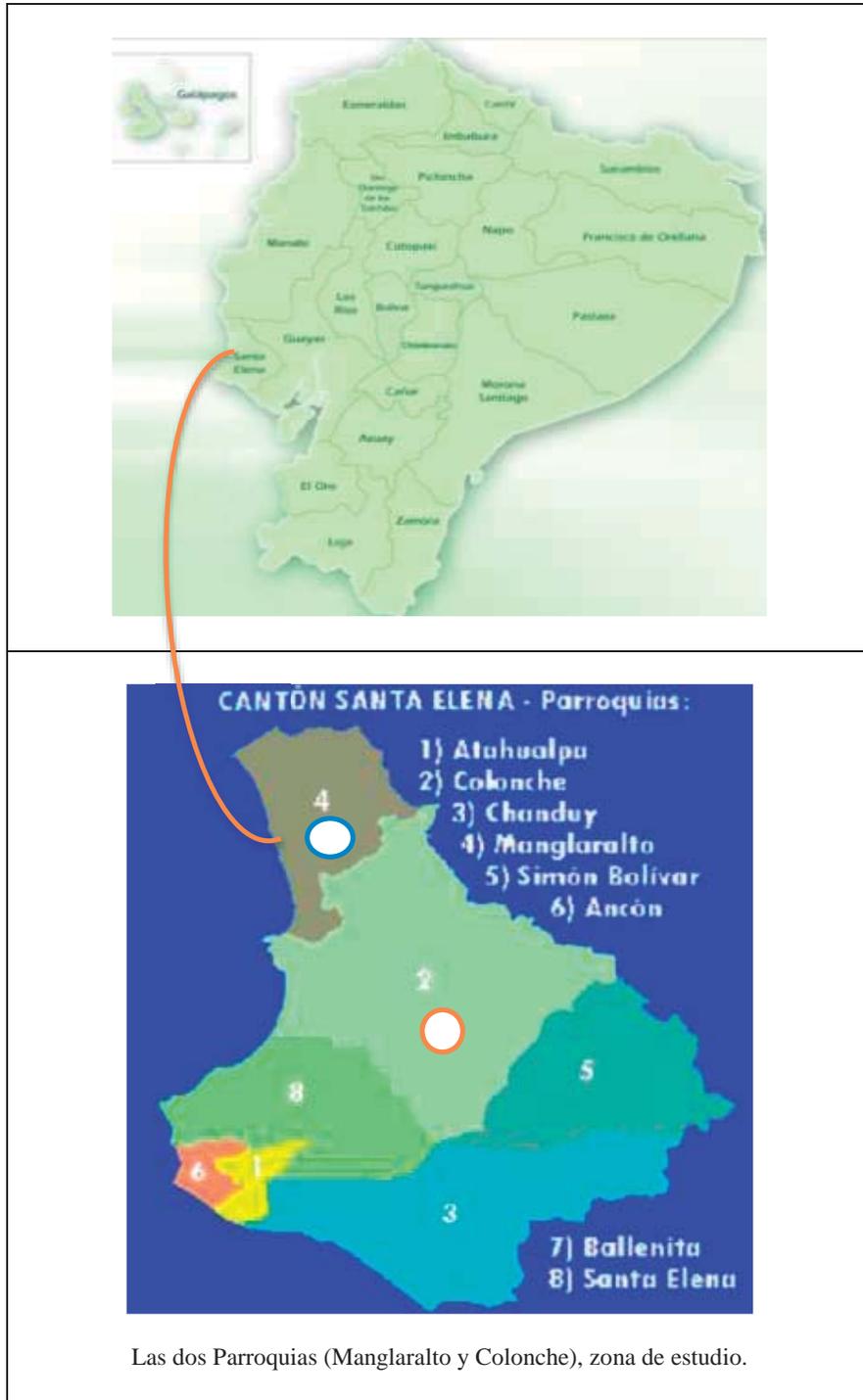
## **CAPÍTULO III**

### **MATERIALES Y METODOS**

#### **3.1 DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DEL ESTUDIO**

La República del Ecuador está dividida en cuatro regiones: Región Litoral o Costa, Sierra, Oriente y la región Insular. Cada región está constituida por provincias, que se dividen en cantones y estos en parroquias urbanas y rurales.

El estudio se realizó en dos parroquias rurales del Cantón Santa Elena de la provincia de Santa Elena, Ecuador (Figura 3.2). Esta provincia se encuentra localizada en la Región Litoral, en el extremo oeste del territorio ecuatoriano, entre los paralelos  $2^{\circ} 13' 36''$  latitud sur y entre los meridianos  $80^{\circ} 51' 29''$  de longitud oeste, tiene una superficie de  $3,762.8 \text{ km}^2$  y representa aproximadamente el 1.46 % del territorio nacional (Soluciones Ambientales Totales, 2014).



**Figura 3.2** Mapa del Ecuador, Santa Elena y la zona de estudio Manglaralto y Colonche.

Fuente: <http://www.crwflags.com/fotw/flags/ec-j.html>

La temperatura media anual de la zona de estudio es de 24,5°C, la mínima absoluta de 15,6°C y máxima de 39,5°C. Hay que señalar que las temperaturas más elevadas se registran en la estación de lluvias, es decir, de enero a abril. La precipitación oscila entre 62.5 y 125 milímetros anuales (INAMHI, 2014).

### **3.2 DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA**

El estudio se desarrolló en tres etapas:

- Caracterización de fincas productoras de limón Sutil en la Provincia de Santa Elena, Ecuador.
- Evaluación de la sustentabilidad de las fincas tipos productoras del cultivo de limón Sutil en la Provincia de Santa Elena, Ecuador.
- Desarrollo de experiencias para la mejora tecnológica del cultivo del limón Sutil en la Provincia de Santa Elena, Ecuador.

Los detalles de cada fase, se describen a continuación:

### **3.3 CARACTERIZACIÓN DE FINCAS PRODUCTORAS DE LIMÓN SUTIL EN LA PROVINCIA DE SANTA ELENA, ECUADOR.**

#### **a. Población y muestra**

La población está constituida por 400 productores de limón Sutil perteneciente a 5 comunas que están ubicadas en la parroquia Manglaralto y Colonche en el Cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena. Estas zonas son consideradas las más importantes en la producción de limón. De este grupo se calculó el tamaño de muestra usando un muestreo irrestricto aleatorio con la fórmula de Scheaffer *et al.*, (1987).

#### **b. Instrumento de colecta de datos**

Para obtener información de las fincas productoras de limón, se hicieron entrevistas y encuestas (Anexo 1A) a los encargados de las fincas. La encuesta consideró preguntas de las dimensiones económica, social y ambiental.

#### **c. Análisis de datos**

Con los datos obtenidos se construyeron gráficos de diversos tipos y se realizó un Análisis de Conglomerados o clúster para el que se usó el programa Statgraphics Centurión.

### **3.4 EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD DE LAS FINCAS TIPO PRODUCTORAS DE LIMÓN SUTIL EN LA PROVINCIA DE SANTA ELENA, ECUADOR.**

Para evaluar la sustentabilidad se usó la metodología propuesta por Sarandón (2002), pero adaptada para las fincas productoras de limón. Considera las tres dimensiones de la sustentabilidad (económica, ambiental y socio – cultural), el procedimiento fue el siguiente:

**3.4.1 Población, muestra y encuesta:** La población estuvo constituida por 400 productores de limón Sutil perteneciente a 5 comunas, ubicadas en la parroquia Manglaralto y Colonche en el Cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena. Estas zonas son consideradas las más importantes en la producción de limón. De este grupo se calculó el tamaño de muestra ( $n= 83$ ), se usó la fórmula de proporciones para poblaciones finitas (Corbetta, 2007). Para obtener la información se realizó una encuesta estructurada, que consideraba preguntas de las tres dimensiones de la sustentabilidad (económica, social y ambiental, Anexo 2A), además de entrevistas y visitas a las fincas. Con la información obtenida se construyó una base de datos para su posterior análisis.

**3.4.2 Selección y construcción de sub-indicadores:** Los sub-indicadores se seleccionaron y construyeron de acuerdo a la metodología y el marco conceptual propuesto por Sarandón (2002), pero adaptada para el cultivo de limón, ya que se considera que la propuesta original está diseñada para fincas que trabajan con cultivos anuales y no para aquellas que tienen cultivos permanentes (Márquez y Julca, 2015). Para seleccionar los sub-indicadores y las variables, se consultó con técnicos y agricultores de la zona (Roming *et al.*, 1996; Lefroy *et al.*, 2000), ver Cuadro 3.1.

**3.4.3 Estandarización y ponderación de los indicadores:** Para realizar las comparaciones entre fincas, los datos obtenidos para cada variable fueron estandarizados a una escala sencilla de 0 a 4. El valor 4, representa la mayor sustentabilidad y 0 la más baja sustentabilidad. Posteriormente, los valores obtenidos para cada variable o sub-indicador, fueron ponderados multiplicándolo por un coeficiente de acuerdo a la importancia relativa de cada variable respecto a la sustentabilidad. Para hacer la ponderación de sub-indicadores y variables, se consultó con técnicos y agricultores de la zona (Roming *et al.*, 1996; Lefroy *et al.*, 2000).

**Cuadro 3.1.-** Sub-indicadores y variables usadas para evaluar la sustentabilidad de fincas productoras de limón, en Santa Elena, Ecuador (Adaptado de Sarandón *et al.*, 2006).

	Sub-indicadores	Variables
<p><b><u>Dimensión Económica.</u> (IK)</b> Para saber si los sistemas son económicamente viables.</p>	<p><b>A. Rentabilidad de la finca</b></p>	A1- Productividad.
		A2- Calidad física del limón.
		A3- Incidencia de plagas y enfermedades.
		A4.- Tipo de patrón utilizado.
		A5.- Densidad de plantación
	<p><b>B. Ingreso neto mensual.</b></p>	
	<p><b>C. Riesgo económico</b></p>	C1- Diversificación en la producción
		C2- Dependencia de insumos externos.
		C3- Número de vías de comercialización.
	<p><b><u>Dimensión ambiental.</u> (IA)</b> un sistema será ecológicamente sustentable si conserva la base de los recursos productivos y disminuye el impacto sobre los recursos extra prediales</p>	<p><b>A. Conservación de la vida de suelo.</b></p>
		A2- Diversificación de cultivos
<p><b>B. Riesgo de erosión.</b></p>		B1- Pendiente predominante.
		B2- Conservación de suelos.
<p><b>C. Manejo de la Biodiversidad</b></p>		C1-Área de zonas de conservación
<p><b><u>Dimensión Sociocultural</u> (ISC)</b> para conocer grado de satisfacción de los aspectos socioculturales.</p>		<p><b>A. Satisfacción de las necesidades básicas.</b></p>
	A2- Acceso a la educación.	
	A3- Acceso a salud y cobertura sanitaria.	
	A4- Servicios Básicos	
	<p><b>B. Integración social.</b></p>	
	<p><b>C. Conocimiento Tecnológico y Conciencia Ecológica.</b></p>	

**3.4.4 Fórmulas usadas para calcular los indicadores de sustentabilidad.-** Las fórmulas usadas para calcular los tres indicadores de la sustentabilidad, fueron las siguientes:

$$\text{Indicador Económico (IK)} = \frac{2((A1 + A2 + A3 + A4 + A5)/5) + 1B + 1(C1 + C2 + C3)/3}{4}$$

$$\text{Indicador ambiental (IA)} = \frac{1(A1 + A2)/2 + 1(B1 + B2)/2 + 1(C1)/1}{3}$$

$$\text{Indicador Social (ISC)} = \frac{2((A1 + A2 + A3 + A4)/4) + 1B + 1C}{4}$$

Posteriormente, con los indicadores económico (IK), ambiental (IA) y social (IS), se calculó el índice de sustentabilidad general (ISGen), valorando a las tres dimensiones por igual, de acuerdo al marco conceptual definido previamente. Siguiendo el criterio de Sarandón *et al.*, (2006), se consideró que ninguna de las tres dimensiones debía tener un valor menor a 2. La fórmula para calcular el Índice de Sustentabilidad General es:

$$(ISGen) = (IK+IA+IS)/3$$

El análisis de la sustentabilidad se hizo primero de manera individual para cada finca; luego se seleccionaron cuatro “fincas tipo” para conocer con mayor detalle los puntos críticos de las tres dimensiones de la sustentabilidad en cada una de ellas. Una “finca tipo” es representativa de un grupo de fincas, estudios usando “fincas tipo” han sido realizadas por Salazar (2012), Tuesta *et al.* (2014) y Collantes (2016). Las fincas productoras de limón Sutil en Santa Elena, se pueden aglutinar en cuatro grupos (Santistevan *et al.*, 2015).

### **3.5 DESARROLLO DE EXPERIENCIAS PARA LA MEJORA TECNOLÓGICA DEL CULTIVO DEL LIMÓN SUTIL EN LA PROVINCIA DE SANTA ELENA, ECUADOR.**

Para el cumplimiento de este objetivo se realizaron tres experimentos cuyos resultados ayuden a una mejora tecnológica del cultivo de limón Sutil en la zona de estudio, estos fueron:

#### **3.5.1 Experiencia 1: Evaluación de la productividad y calidad de limón Sutil en dos zonas agroecológicas de la provincia de Santa Elena, Ecuador.**

El estudio se realizó entre agosto y diciembre del 2015, para ellos se seleccionaron dos fincas productoras de limón de ocho años de edad, en Manglaralto y Colonche, en cada una de estas, se marcaron 50 plantas, en las que se realizó un seguimiento durante los cinco meses para las evaluaciones respectivas. Previamente se tomó muestras del suelo de cada zona, las mismas que fueron enviadas al Laboratorio de Suelos de la Estación Experimental INIAP Boliche en el Guayas, Ecuador, las variables evaluadas fueron:

- Incidencia de plagas y enfermedades.- La incidencia de las principales Plagas y Enfermedades se evaluó mensualmente durante los 5 meses que duró la investigación, para ello se marcaron 50 plantas.

- Rendimiento.- Se evaluó a las 50 plantas previamente marcadas se hicieron un total de 20 cosechas (“pasadas”), es decir una vez por semana y los datos se procesaron para cada mes.
- Calidad del limón.- Para ello, en cada uno de las 20 cosechas (“pasadas”), del total de frutos, se tomó una muestra al azar de 10 frutos, los cuales se tomó el peso y el diámetro usando una balanza analítica y un vernier respectivamente. Los datos se procesaron para cada mes.

El ensayo no estuvo bajo un diseño experimental; pero el análisis estadístico se hizo como si fuera un Diseño Completamente al Azar (BDCA), considerando cada localidad como un tratamiento y cada planta de limón como una repetición.

### **3.5.2 Experiencia 2: Evaluación de la productividad y calidad de limón Sutil en “fincas tipo” en la provincia de Santa Elena, Ecuador.**

El estudio se realizó entre agosto y noviembre del 2015, para ellos se seleccionaron cuatro “fincas tipo” productoras de limón de ocho años de edad, en la provincia de Santa Elena, en cada una de estas, se marcaron 50 plantas, en las que se realizaron las evaluaciones respectivas. Previamente se tomaron muestras del suelo de cada zona, las mismas que fueron enviadas al Laboratorio de Suelos de la Estación Experimental INIAP Boliche en el Guayas, Ecuador, las variables evaluadas fueron:

- Incidencia de plagas y enfermedades.- La incidencia de las principales plagas y enfermedades se evaluó mensualmente durante los cuatro meses que duró la investigación.
- Rendimiento.- Se hicieron un total de 16 cosechas (“pasadas”), es decir una vez por semana y los datos se procesaron para cada mes.
- Calidad del limón.- En cada una de las 16 cosechas (“pasadas”), del total de frutos, se tomó una muestra al azar de 10 frutos a los cuales se tomó el peso y el diámetro usando una balanza analítica y un vernier respectivamente. Los datos se procesaron para cada mes.

El ensayo no tuvo un diseño experimental; pero el análisis estadístico se hizo como si fuera un Diseño Completamente al Azar (DBCA), considerando cada “finca tipo” como un tratamiento y cada planta de limón como una repetición. Una “finca tipo” es representativa

de un grupo, en la zona de estudio se determinaron la presencia de cuatro grupos diferentes de fincas (Santistevan et al., 2015).

### 3.5.3 Experiencia 3: Efecto de la fertilización en el cultivo de limón Sutil en dos zonas agroecológicas en la provincia de Santa Elena, Ecuador.

El ensayo se realizó entre agosto y diciembre del 2015 y en dos plantaciones comerciales de limón de 6 años de edad, ubicados a 45 m.s.n.m. en el Cantón Santa Elena de la Provincia Santa Elena en las fincas de los señores Marcos Pilay Muñoz (Colonche) y Santiago Orrala Rodríguez (Manglaralto). La misma se caracteriza por tener una precipitación entre 62.5 y 125 milímetros anuales (INAMHI, 2014). La temperatura promedio anual es de 24,5°C. Se estudiaron 5 tratamientos incluidos un testigo y se aplicó un Diseño de Bloques completamente al Azar (DBCA) con 3 repeticiones, ver Cuadro 3.2.

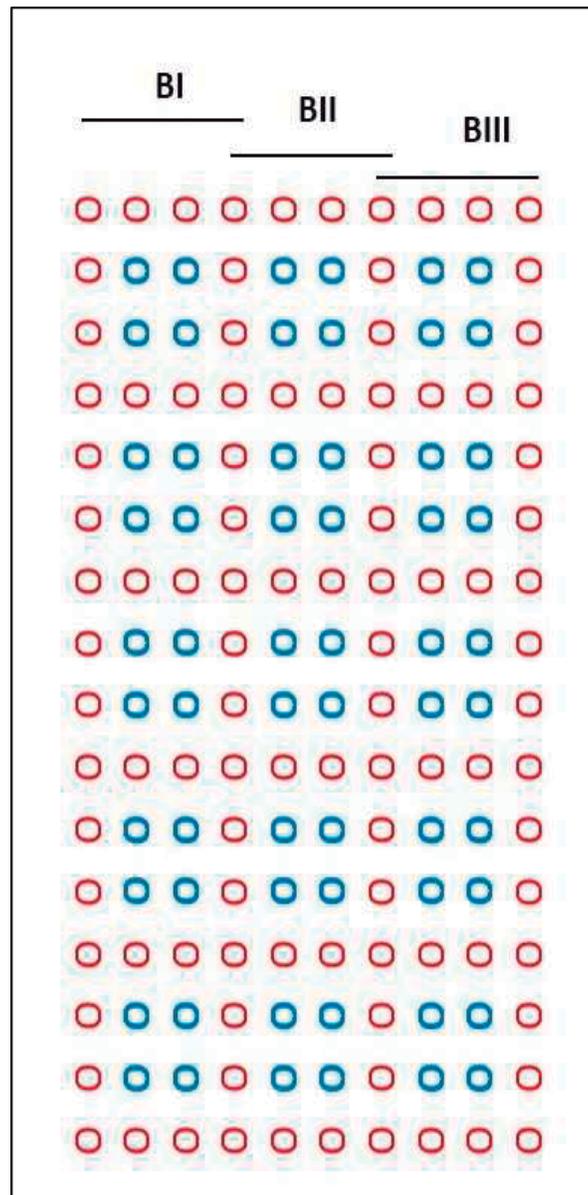
**Cuadro 3.2. Tratamientos, estudiados en ensayo de fertilización en cultivo de limón Sutil en la provincia de Santa Elena, Ecuador.**

Tratamientos	Niveles de NPK gr/pl/año		
T <sub>1</sub>	N <sub>0</sub>	P <sub>0</sub>	K <sub>0</sub>
T <sub>2</sub>	N <sub>450</sub>	P <sub>300</sub>	K <sub>450</sub>
T <sub>3</sub>	N <sub>600</sub>	P <sub>300</sub>	K <sub>600</sub>
T <sub>4</sub>	N <sub>750</sub>	P <sub>300</sub>	K <sub>750</sub>
T <sub>5</sub>	N <sub>900</sub>	P <sub>300</sub>	K <sub>900</sub>

Como fuente de nutrientes se usaron un fertilizante completo, fosfato di amónico (18N-46P), urea (46N) y sulfato de Potasio (50k). Todo el fosforo fue aplicado al inicio del ensayo (enero 2015), el Nitrógeno y Potasio se aplicó en forma fraccionada, en tres partes, un 22% en enero y el resto dividido en dos partes iguales en agosto (39%) noviembre (39%) del 2015. Previamente se tomó muestras del suelo de cada finca, las mismas que fueron enviadas al Laboratorio de Suelos de la Estación Experimental INIAP Boliche en el Guayas, Ecuador, las variables evaluadas fueron:

- Incidencia de plagas y enfermedades.- La incidencia de las principales Plagas y Enfermedades se evaluó mensualmente durante los meses que duró la investigación, para ello se tomó en cuenta todas las plantas de los tratamientos.
- Rendimiento.- Se evaluó a las 4 plantas de cada tratamiento, se hicieron un conteo total de frutos por cada planta, durante los meses que duró la investigación se realizaron 10 “pasadas”.

- Calidad del limón.- Para ello, en cada uno de las 10 “pasadas”, del total del frutos se tomó una muestra al azar de 10 frutos por tratamiento, los cuales se tomó el peso y el diámetro usando una balanza analítica y un vernier respectivamente.



**Figura 3.3.-** Distribución de bloques y tratamientos en el campo, hileras rojas son los bordes de cada unidad experimental, estas tiene cuatro plantas (color azul), en las que se realizaron las evaluaciones.

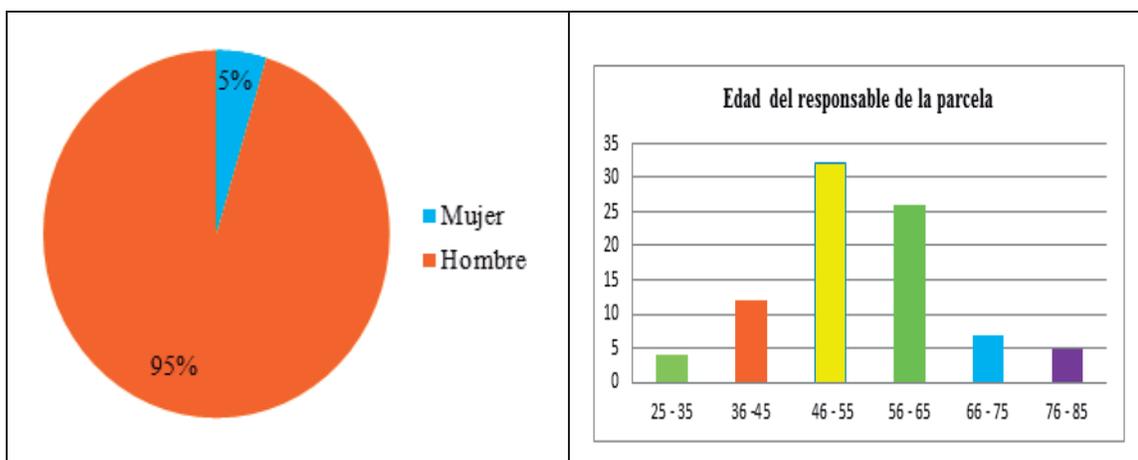
## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 CARACTERIZACIÓN DE FINCAS PRODUCTORAS DE LIMON SUTIL EN LA PROVINCIA DE SANTA ELENA, ECUADOR.

La caracterización de las fincas, es la descripción de las unidades de producción del cultivo de limón.

La Figura 4.4, muestra que los personas responsable de la finca son mayormente varones (95%), solamente en el 5 % de las fincas son representadas por las mujeres. Estos resultados también fueron señalados por Velasco (2009), quien menciona que el 70 % de los jefes de las fincas ecuatorianas son varones; estos agricultores también están en una edad entre 46 - 65 años (67%), seguido de un grupo que tienen entre 66 a 55 años (14 %); los más jóvenes son aquellos que tienen entre 25 a 45 años y representa el 5%.

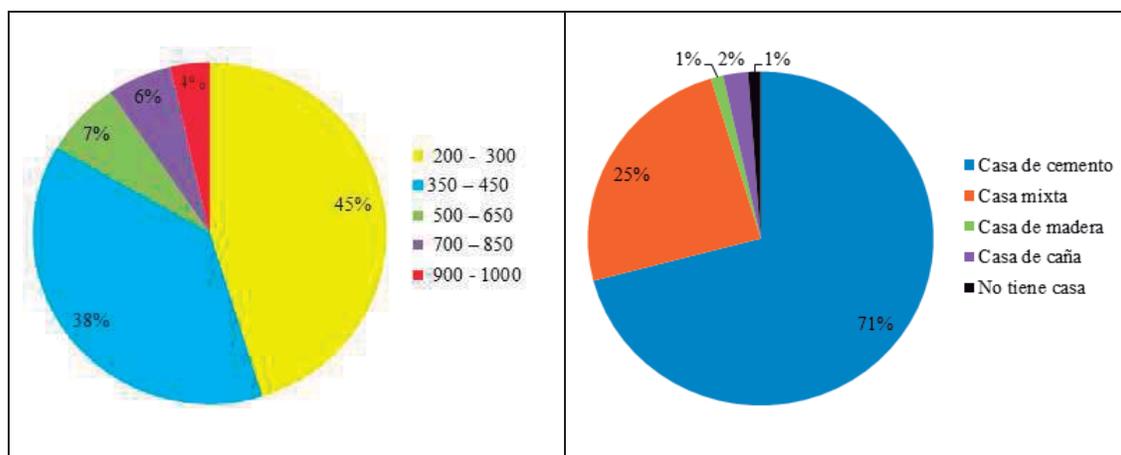


**Figura 4.4.** Sexo y edad del responsable de las fincas limoneras en Colonche y Manglaralto, Santa Elena, Ecuador.

Salcedo y Guzmán (2014), señalan que la gran mayoría de los productores en el Ecuador son varones de más de 50 años de edad. El Nivel de Instrucción, entre los encuestados es variable, ya que el 77% solo tiene instrucción primaria, otro grupo posee educación secundaria (15%), un grupo pequeño tiene solo estudios iniciales (6%), pero existe un

grupo muy pequeño de agricultores que poseen título de tercer nivel y representa apenas el 2 %. Vale recalcar que en las dos parroquias en estudio, el analfabetismo está ausente.

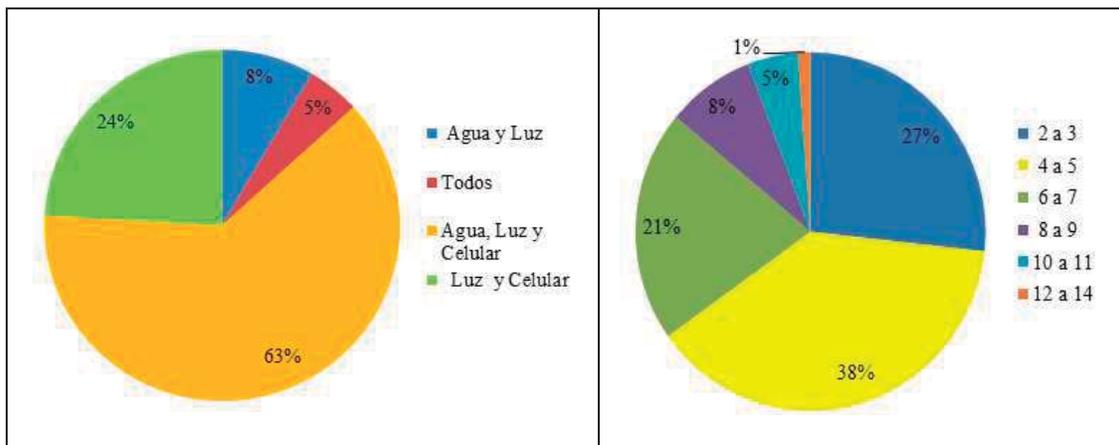
La agricultura campesina es la que tiene como uso prioritario la fuerza del trabajo familiar, la misma que tiene varias limitaciones, sin embargo, ellos indican que en la medida que se consolida la gestión de las fincas, la economía consigue auto-gestionarse a partir de lo que produce, generando así, ingresos adicionales para el hogar; por tanto el mayor porcentaje de agricultores (47%), tienen un Ingreso Mensual neto (Figura 4.5) que va de US\$ 200 a 300 por mes, seguido un grupo (37%) que tiene un ingreso entre 350 a 450 US\$, pero hay un grupo menor que tiene un ingreso de 500 a 560 US\$ (7%); solamente el 6 % dice tener ingresos mensuales desde US\$ 700 a 850, sin embargo hay un pequeño grupo (3%) que sus ingresos van desde \$ 900 a 1000. Esto significa que para la mayoría de los limoneros (53%) sus ingresos rebasan la remuneración básica unificada, que en Ecuador es de US\$ 354.00 mensuales para el año 2015; con estos resultados se encuentra que no todos alcanzan a cubrir el costo de la canasta familiar básica, la misma que esta por lo US\$ 660, 85, (Instituto Nacional de Estadísticas y Censo (2015), más aún hay un porcentaje de 47% de los encuestados que sus ingresos están entre US\$ 200 a 300, quedando lejos del valor de la remuneración básica unificada; y mucho más lejos de la canasta básica.



**Figura 4.5.** Ingreso mensual y Tipo de vivienda, de los responsables de las finca limoneras en Colonche y Manglaralto, Santa Elena, Ecuador.

Se puede decir que los servicios básicos en las fincas limoneras de la provincia no tienen muchos problemas ya que el 64 % posee luz, agua potable y teléfono celular; seguido de un segundo grupo que solo posee luz, y celular (23%); un 8% tiene luz y agua potable; solamente un grupo pequeño (4%) posee todos los servicios básicos, (Figura 4.6).

La falta de teléfono convencional no es considerada como un grave problema ya que la mayoría de los encuestados poseen celular. Lo que sí significa un problema es la falta de alcantarillado y caminos vecinales. El Ministerio de coordinación de la producción, empleo y competitividad (Ministerio de Coordinación de la producción empleo y competitividad Empleo y Competitividad, 2011), dice que la disponibilidad de agua potable por la red pública en la provincia de santa Elena, el 80% de la población cuenta con el servicio. También en el servicio de energía eléctrica de red pública, el 93% de los hogares de Santa Elena tiene este servicio. Se encontró que el promedio de personas que habitan en un hogar de los limoneros fueron, 37% viven entre cuatro a cinco personas; el segundo grupo es de dos a tres personas (27%); otro grupo habitan seis a nueve personas (29%) y el último grupo entre diez a catorce personas (6%), los datos encontrados no concuerdan con los que menciona (Mena, P. 2013), que dice que el promedio para el 2001 era de 4,2 personas por hogar; sin embargo, los resultados del VII Censo de Población y el VI de Vivienda realizado en el 2011 en el Ecuador, mencionan que ahora hay 3,8 personas por hogar (INEC. 2011).



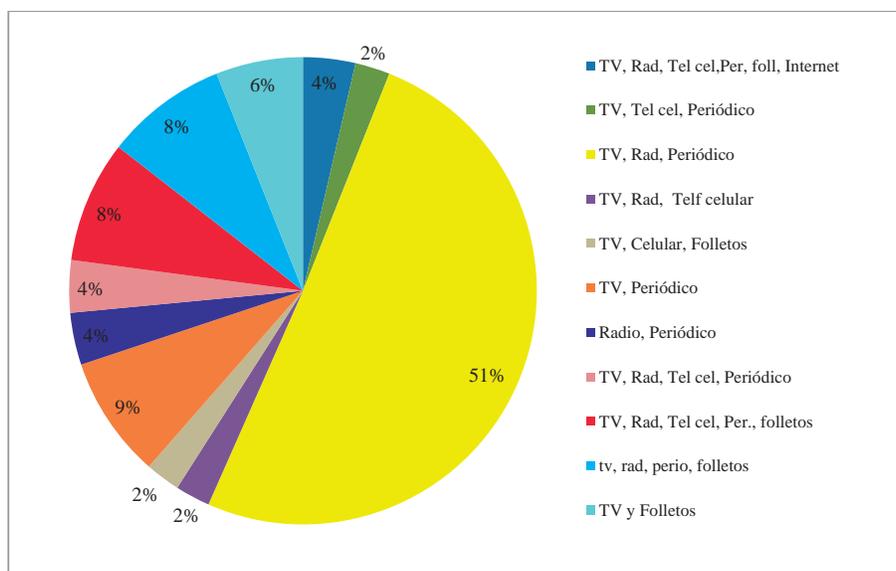
**Figura 4.6.** Servicios Básicos y Numero de personas en el hogar, de los responsables de las finca limoneras en Colonche y Manglaralto, Santa Elena, Ecuador.

Los tipos de Viviendas encontradas fueron, de hormigón (71%) le sigue un grupo (25%) que tiene casa mixta; casa de caña (2%), solo un pequeño grupo tienen casa de madera. (INEC, 2011), la mayor parte de la población de la provincia de Santa Elena tiene una dotación adecuada de servicios de vivienda, el 77 % de la población posee casa/ villa de cemento. Se puede decir que los Servicios Básicos en las fincas limoneras de la provincia no tienen muchos problemas ya que el 64 % posee luz, agua potable y teléfono celular;

seguido de un segundo grupo que solo posee luz, y celular (23%); un 8% tiene luz y agua potable; solamente un grupo pequeño (4%) posee todos los servicios básicos.

El Servicio de Transporte Público, en las dos parroquias en estudio, es eficiente, puesto que el 78 % manifestó disponer del servicio todo el día; el segundo grupo menciona que tienen movilidad propia (14%) y el último un grupo pequeño que no cuenta con movilidad debido a la falta de caminos vecinales a puntos específicos, el mismo que representa un 8%. Según el (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Santa Elena. 2011), la red vial ésta formada por dos vías fundamentales, por el norte se tiene la Ruta Spondylus que conecta todo el borde costero ecuatoriano incluyendo las parroquias del norte de la provincia. Así mismo se cuenta con la Autopista Guayaquil- Salinas, la misma que es una vía rápida y directa que conecta con la ciudad de Guayaquil, con categoría de autovía que fomenta el desplazamiento de turistas en la época de temporada playera y moviliza la producción de la provincia.

Las parroquias Manglaralto y Colonche consideran importante la comunicación, los organismos de estas localidades informan de diversas maneras a sus agricultores; así se tiene que el 57 % los medios de información que utilizan son la televisión, la radio y los folletos; el segundo grupo (14%) a través de la televisión, radio, periódico folletos y los celulares; otro grupo (13%) dijo que lo hace mediante la TV y periódico; el 10 % radio y periódico; un 3 % TV y radio, y la internet (Figura 4.7).



**Figura 4.7.** Medios de comunicación utilizados por los productores de limón en Santa Elena, Ecuador.

Las Organización de Agricultores, Instituciones del Estado y demás Organismos locales, hacen uso de los medios de comunicación para hacer llegar la información a los agricultores a través de la televisión, radio, periódicos y folletos. En Colonche y Manglaralto existen varias asociaciones u organizaciones, donde la mayoría (70 %) pertenece a alguna de éstas. La mayor parte pertenece a la asociación de productores (40%); un grupo (30%) pertenecen a una asociación perteneciente al Estado; y el restante no está incluido a ninguna asociación siendo éste el 30 %.

La mayoría (87 %) de los encuestados tienen la Variedad de Limón Sutil y solo un 8% posee la variedad Tahití, y un pequeño grupo 5 % que posee las dos variedades en sus fincas. Sin embargo, en Ecuador se siembran cuatro variedades de limones; el limón sutil, limón criollo, lima limón y el limón Tahití, (Taco, 2012). Las tres primeras variedades se comercializan en el mercado local, mientras que la cuarta variedad, es de decir el limón Tahití se destina a la exportación, (Velasco, 2009). El Uso de Patrón para este cultivo en la zona de estudio, es el Mandarina Cleopatra (90%); el segundo grupo (6%), utiliza dos tipos de patrones el de Mandarina Cleopatra y el Rugoso; un grupo pequeño que representa el 4% usa el patrón de limón rugoso. García (2014), establece que las variedades de porta injertos más utilizadas en Ecuador son: Mandarina Cleopatra, Limón Rugoso, Citrus Volkameriana, etc.

En tamaño de la finca (Figura 4.8) el 71 % de los encuestados tienen fincas con un tamaño promedio de 1 a 3 ha; el 12% tienen desde 3 a 5 ha; hay un grupo que tienen menos de 1 ha esto representa el 10%; existe también un grupo (6%) que dijeron tener entre 5 a 6 ha; y un grupo minoritario (1%) tiene finca mayor a las 10 ha. Saavedra y Cárdenas (2012), dicen que la estructura de las Unidades Productivas Agropecuarias (UPA), en Santa Elena se caracteriza más bien por tener pequeñas explotaciones, ya que el 74% de las Unidades Productivas Agropecuarias en la provincia van desde 0 a 20 ha, y las fincas medianas están comprendidas en un promedio de 20 y 100 ha.

El tamaño de las fincas relativamente es pequeño, con un promedio de una hectárea por productor en la provincia de Santa Elena. El áreas dedicadas al cultivo de limón en la zona de estudio, registraron que el 62 % tiene un promedio de 1 a 2 ha; el segundo grupo (28%) tiene menos de 1 ha; otro grupo (9%) que tienen entre 2.1 a 3 ha, y por último un grupo pequeño (1%) que tiene más de 4 ha cultivadas con limón. El Ministerio de Coordinación de la Producción Empleo y Competitividad (Ministerio de coordinación de la producción,

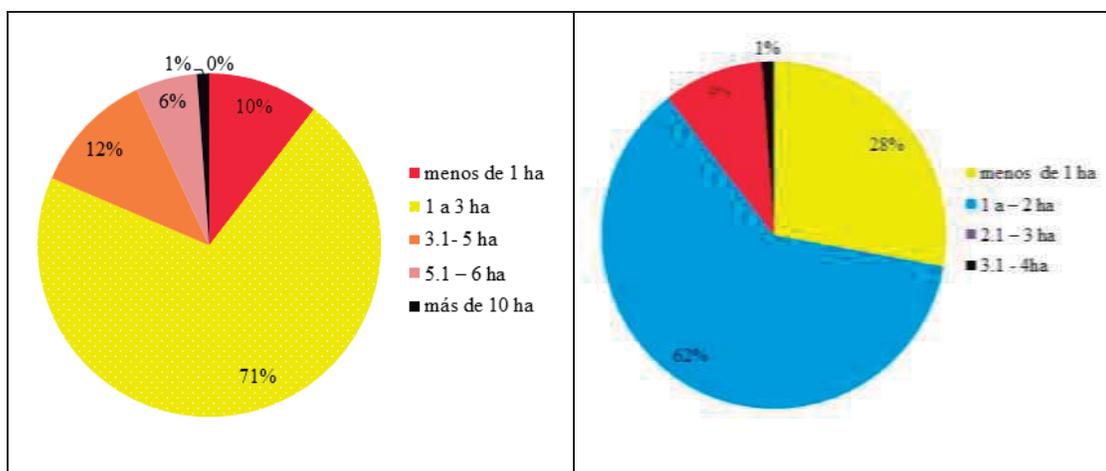
empleo y competitividad Empleo y Competitividad. 2011), dice que la estructura de las Unidades Productivas Agropecuarias (UPA) en Santa Elena, se caracteriza más bien por tener pequeñas explotaciones, ya que el 74% de las 3.245 Unidades Productivas tiene de 0 a 20 ha. Existe un grupo menor que ocupan el 8%, y el tamaño promedio por finca es de 5,8 ha.

El Rendimiento de la finca de limón, está entre 16 a 25 toneladas (47%); un grupo (20%) 10 a 15 toneladas; otro grupo (9%) obtiene un rendimiento que va desde 26 a 30 toneladas; otro grupo (8%) que produce más de 30 toneladas; también existe un grupo (16%) que obtiene un rendimiento menor de 10 toneladas; hay que tomar en cuenta que en este grupo están los cultivos que se encuentran en su etapa de desarrollo. Para el grupo que tiene rendimientos por debajo de las 10 toneladas, se encontraron factores importantes que están afectando a la producción, pues se identificó que el manejo lo realizan de manera tradicional, donde hace falta la asistencia técnica para el manejo del cultivo de limón. El Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias INIAP (1992), afirma que una plantación de limón puede alcanzar hasta un rendimiento de 40 toneladas de fruto/ha, utilizando 300 plantas/ha. Solís, y Tomalá (2010), encontraron diferencias significativas en el rendimiento del limón, el testigo alcanzó 8,775 t/ha, a diferencia de otro tratamiento que alcanzó un rendimiento de 22,1 t/ha.

La mayoría (57%) de los productores realizan la Comercialización del Limón en el mercado de la provincia; el 22% vende en el mercado de Guayaquil; otro grupo (12%) vende en la finca y comerciante minoristas; el (7%), vende a comerciantes minoristas, al mercado de Santa Elena y en la finca. El precio de los cítricos es muy variante, el 38% obtuvo un precio entre US \$ 10 a US \$ 12 la malla de 35 kg.; otro grupo (31%) un precio de \$ 15 a \$ 16; el 11%, entre \$ 17 a \$ 18; otro grupo (11%) el precio fue de \$ 19 a \$ 20 dólares; por último un grupo 10%, manifestó el precio fue de \$ 25. El Ministerio Agricultura Ganadería Acuicultura y Pesca (2015), señaló que el precio del limón en los meses de enero a marzo del presente año, fue de \$ 0.41 a \$ 0.49 el kilo, esto significa que el precio de las mallas de limón de 35 kg tuvo un valor entre 14 a 17 dólares.

En el área de estudio se encontró que el 49% invierten menos de \$ 300/ha; el segundo grupo (28%) invierten \$ 300 a \$ 500/ha/año, otro grupo (12%) que invierte entre \$ 500 a \$ 700/ha/año; un grupo del 7% invierte \$ 1000 a \$ 1500/ha/año; el 12% invierte entre \$ 700 a \$ 900/ha/año; hay un grupo pequeño que invierte más \$ 1500/ha/año ( Figura 4.8)

que representa solo el 1%. Es decir, la mayor parte de los productores encuestados (51%) invierte entre \$ 300 a \$ 1500/ha. para producir limón, los valores son aproximados ya que ningún agricultor registra el monto que invierte en la finca. En la zona rural de Santa Elena, los habitantes no solo se dedican a la crianza de animales sino que tienen variedad de actividades a la que se pueden dedicar, así tenemos: crianza menores, artesanías, pesca, ganadería y turismo. En la zona de estudio el 62 % crían animales además de su actividad agrícola. Los productos destinados a los mercados se encontró que el 61% solo tiene un tipo de cultivo para la venta; el segundo grupo (27%) saca 2 tipos de productos; otro grupo (10%) saca tres tipos de productos para la venta, existe un pequeño grupo (2%) que sacan cuatro tipos de productos a los mercados.



**Figura 4.8.** Tamaño de las parcelas y áreas dedicado al cultivo de limón en Santa Elena, Ecuador.

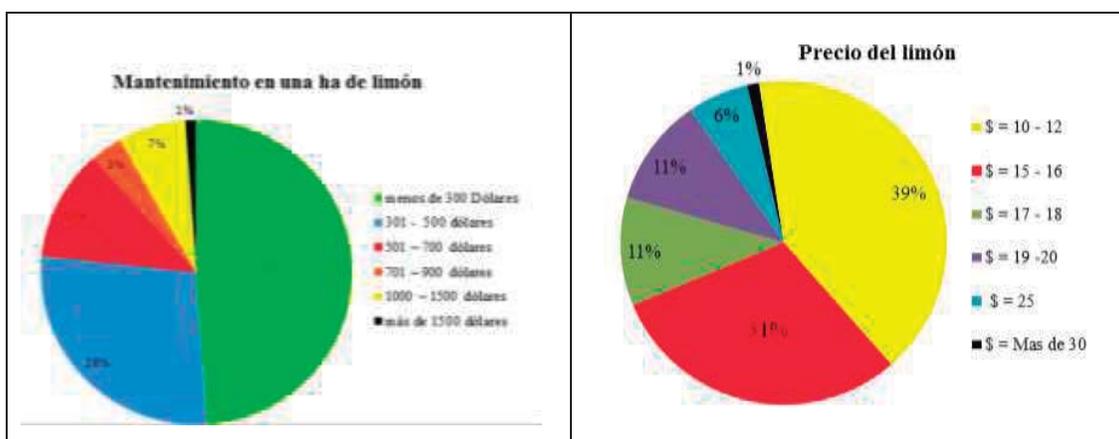
Esto a pesar que ésta provincia goza de un clima mediterráneo, donde la mayor parte del año el clima es templado y seco, que permite sembrar una amplia gama de cultivos de ciclos cortos, semi-permanente, sin embargo los pequeños agricultores no cuentan con la información, tanto tecnológica como de mercado, para poder organizar producciones sustentables adecuadas a la caracterización socioeconómica del área, (Arévalo, M. 2009), sin embargo ellos producen para el auto consumo.

Según la encuesta, el precio de venta del limón en Colonche y Manglaralto es muy variable en determinadas épocas del año, en la etapa de la investigación, (agosto - diciembre 2015), se encontraron los siguientes precios, un 38% obtuvo un precio de US\$ 10 a 12 la malla de 35 kg; otro grupo (31%) vendió a un precio de US\$ 15 a 16; el 11% a US\$ 17 a 18 dólares; otro grupo (11%) el precio que obtuvo fue de US\$ 19 a 20 dólares; un grupo

pequeño (6%) de vendió a US\$ 25 dólares; y un pequeño grupo vendió a US\$ 30 dólares la malla de 35 kilos.

En Chile, la malla de limones de 18 kilos está a US\$ 21.80 (Rodríguez, 2015); en el Perú la malla de 18 kilos estuvo \$ 13.32, en promedio para el 2016 (Roja, 2016), en México el precio del limón persa estuvo en el año 2015, en US\$ 20.03, la malla de 18 kilos (Velázquez, 2015).

En el área de estudio se encontró que el 49% invierten menos de \$ 300/ha/año; el segundo grupo (28%) invierte de \$ 301 a \$ 500/ha/año, otro grupo (12%) invierte entre \$ 500 a \$ 700/ha/año; un 7% invierte de \$ 1000 a \$ 1500/ha/año; el 3 % invierte entre \$ 700 a \$ 900/ha/año; hay un grupo pequeño que invierte más \$ 1500/ha/año que representa solo el 1%. Es decir, la mayor parte de los productores encuestados (51%) invierte entre \$ 300 a \$ 1500/ha/año. para producir limón (Figura 4.9). estos datos se pueden corroborar con lo encontrado por Figueroa (2015), señala que en el valle de Valdivia, en santa Elena la mayoría (59%) de los agricultores invierten de US\$ 1 a 300 dólares en las producciones cítricas, sin embargo también menciona que un grupo pequeño invierte más de US\$ 1200. Sin embargo en otros países hacen las siguientes inversiones, según Caamal *et al* (2014), en México el costos de producción obtenidos por hectárea de limón persa se encuentran en promedio en alrededor de US\$ 1032.35. Los mayores gastos de producción se ubican en la aplicación de fertilizantes granulados, labores culturales y mano de obra por cosecha. En Colombia se invierten entre US\$ 341.45 hasta 682.90 anuales por hectáreas en cítricos.



**Figura 4.9.** Inversión de los agricultores en la finca limoneras en Colonche y Manglaralto, Santa Elena, Ecuador

En la investigación se encontró que el destino del producto va a los mercados de la misma provincia, el 61% solo tiene un tipo de cultivo para la venta; el segundo grupo (27%)

obtiene 2 tipos de productos; otro grupo (10%) produce tres tipos de productos para la venta, existe un pequeño grupo (2%) que obtienen cuatro tipos de productos a los mercados. Arévalo, (2009) señala que provincia goza de un clima mediterráneo, donde la mayor parte del año el clima es templado y seco, que permite sembrar una amplia gama de cultivos de ciclo corto, semipermanentes y permanentes; sin embargo los pequeños agricultores no cuentan con la información, tanto tecnológica como de mercado, para poder organizar producciones sustentables adecuadas a la caracterización socioeconómica del área, sin embargo ellos producen para el auto consumo.



El análisis de conglomerados por medio del Método de Ward y con una distancia Euclidiana Cuadrada de 4294. 52, agrupó las fincas, en cuatro grupos. Uno de los grupos estuvo conformado por las fincas 21,22,23,24,26,28,29,31,67,68,69,73,75,y 80 (señalado de rojo en la Figura 4.10), este grupo de fincas tienen diversas variables similares como el patrón usado, rendimientos y la asociación del cultivo de limón con hortalizas. Las características las “fincas tipos” de cada uno de los gráficos obtenido se presentan en el Cuadro 4.3.

**Cuadro 4.3** Características más importantes de “fincas tipo” productoras de limón en Santa Elena, Ecuador.

<b>Características</b>	<b>Tipo I</b>	<b>Tipo II</b>	<b>Tipo III</b>	<b>Tipo IV</b>
Cantidad que representa (%)	44.6	15.7	26.5	13.3
Promedio área total (ha)	2.3	4.3	4.5	16.5
Promedio área con limón (ha)	1.2	1.2	2.5	4.5
Promedio N° plantas/ha	250	275	260	280
Inversión/ha/año (US\$)	325	400	625	1450
Ingreso mensual (US\$)	450	540	675	700
Propietario de la “finca tipo”	Néstor Orrala Borbor	Marcos Pilay Muñoz	Miguel Magallan De la A	Gilberto Orrala Borbor
Localidad	Manglaralto	Colonche	Colonche	Manglaralto
Ubicación geográfica	80°41'31.1994"W 1°56'14.2794" S	80°41'29.5188"W 2°0'38.6064" S	80°39'50.673" W 1°53'44.00226" S	80°41'29.5188" W 1°56'8.685" S

## 4.2 EVALUACION DE LA SUSTENTABILIDAD DE LAS FINCAS PRODUCTORAS DEL CULTIVO DE LIMON SUTIL EN LA PROVINCIA DE SANTA ELENA, ECUADOR.

### 4.2.1 Análisis de la sustentabilidad de fincas productoras de limón Sutil.

Diversos autores citados por Gómez-Limón *et al.* (2011), definen agricultura sustentable como aquella que promueve la suficiencia alimentaria, conserva los recursos naturales, protege el medio ambiente y es económicamente viable. Según, De Muner (2011), los estudios de evaluación de sustentabilidad de sistemas de producción que utilizan indicadores, resultaron ser una herramienta eficaz para evaluar la sustentabilidad ecológica, económica y social de los sistemas de café arábico familiar en Espírito Santo en Brasil. Sarandón (2002), considera que un sistema será económicamente sustentable si puede proveer la autosuficiencia alimentaria, un ingreso neto anual por grupo familiar y disminuir el riesgo económico en el tiempo. Los resultados de este estudio, muestran que el 75.9 % de las fincas evaluadas tuvieron un Indicador económico (IK) menor a 2, es decir la mayoría no son sustentables desde el punto de vista económico (Sarandón *et al.*, 2006). Esto se explica porque la mayoría de variables relacionadas con la rentabilidad de la finca (A) tuvieron valores menores a 2, lo mismo ocurrió con el nivel de ingresos mensuales (B) que está entre US\$ 200 a 300. Las variables usadas para medir el riesgo económico (C), poca diversidad de cultivos en las fincas (C1), dependencia de insumos externos (C2), pocas vías de vías de comercialización (C3), también tuvieron valores bajos y siempre menores que 2 (Cuadro 4.4 y Anexo 5A).

**Cuadro 4.4.** Resumen de la evaluación de la sustentabilidad económica en fincas productoras de limón en Santa Elena, Ecuador.

	Sub-indicadores									IK	
	A					B	C				
Variabes	A1	A2	A3	A4	A5	B	C1	C2	C 3	> 2	< 2
Promedio	1.6	1.9	1.1	3.4	2.0	0.8	0.8	1.2	0.7	24.1%	75.9 %

Leyenda: (A) Rentabilidad de la Finca, (B) Ingreso neto mensual, (C) Riesgo Económico.

Desde el punto de vista ecológico, un sistema se considera sustentable si conserva o mejora la base de los recursos productivos y disminuye o evita el impacto sobre los recursos extra prediales (Saradón, 2002). Cuando se evaluó la sustentabilidad ecológica, se encontró que

el 57.8 % de las fincas evaluadas tuvieron un Indicador Ecológico (IE) mayor a 2, es decir poco más de la mitad de fincas productoras de limón son ecológicamente sustentables (Sarandón *et al.*, 2006). Esto se explica por los bajos valores obtenidos en las variables relacionadas con la conservación de la vida del suelo (A), es decir el manejo de cobertura vegetal (A1) y la diversificación productiva de las fincas (A2); lo mismo ocurre con respecto al área dedicada a la conservación (C1). Solamente las variables relacionadas con el riesgo de erosión (B), tuvieron valores mayores a 2 (Cuadro 4.5 y Anexo 6A).

**Cuadro 4.5.** Resumen de la evaluación de la sustentabilidad ecológica en fincas productoras de limón en Santa Elena, Ecuador.

	Sub-indicadores					IE	
	A		B		C		
Variabes	A1	A2	B1	B2	C 1	> 2	< 2
Promedio	1.4	0.6	3.6	3.2	1.6	57.8%	42.2 %

Leyenda: (A) Conservación de la vida del suelo, (B) Riesgo de erosión, (C) Manejo de la biodiversidad.

Según Sarandón (2002) un sistema será sustentable en la dimensión socio-cultural si mantiene o mejora el capital social, ya que este es el que pone en funcionamiento el capital natural o ecológico. En el Cuadro 4.6 (Anexo7A), se muestra que el 55.2 % de las fincas evaluadas tuvieron un Indicador Sociocultural (ISC) mayor a 2, es decir que poco más de la mitad de fincas pueden considerarse socioculturalmente sustentables (Sarandón *et al.*, 2006). Los resultados se explican principalmente porque las variables asociadas a la satisfacción de las necesidades básicas (A) como el acceso a la educación (A2), a salud y cobertura sanitaria (A3), tienen valores menores a 2. Lo mismo ocurre con la integración social (B) y el conocimiento y conciencia ecológica (C).

**Cuadro 4.6.** Resumen de la evaluación de la sustentabilidad sociocultural en fincas productoras de limón en Santa Elena, Ecuador.

	Sub-indicadores						ISC	
	A				B	C		
Variabes	A1	A2	A3	A4	B	C	> 2	< 2
Promedios	3.6	1.8	1.9	2.7	1.4	1.9	55.2%	45.8 %

Leyenda: (A) Satisfacción de las necesidades básicas, (B) Integración Social, (C) Conocimiento y conciencia ecológica.

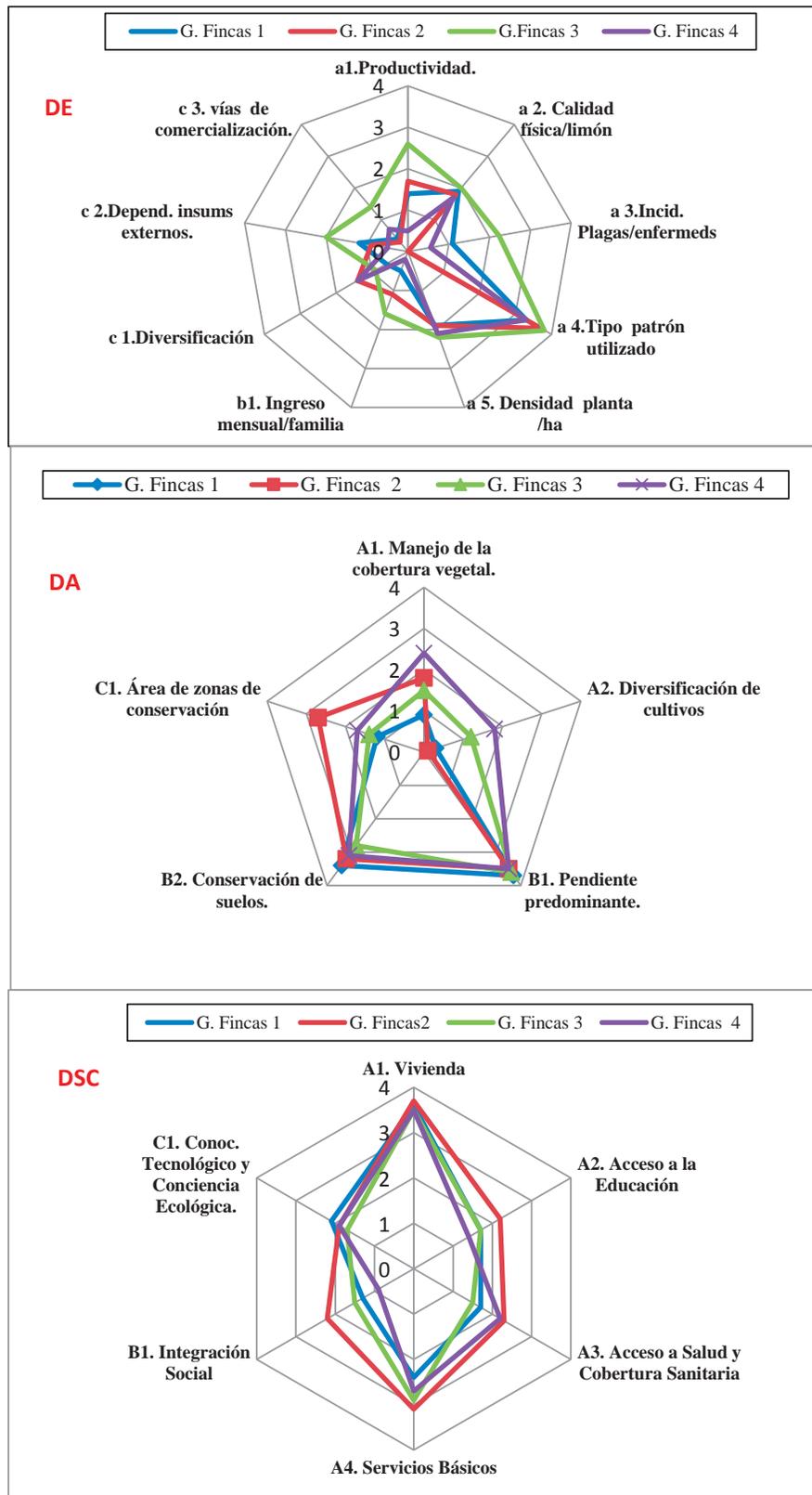
Para que una finca sea considerada sustentable, el índice general (IS Gen) debe ser mayor a 2 y ninguno de las tres indicadores deben tener un valor menor a 2 (Sarandón *et al.*, 2002). En este caso, la mayoría de fincas evaluadas no todos los indicadores calculados tuvieron valores a mayores a 2. Solamente en el 22.9 % de las fincas, los indicadores económico, ecológico y sociocultural tuvieron valores mayores a 2 (Cuadro 4.7 y Anexo 8A), es decir, menos del 25%, de fincas productoras de limón son actualmente sustentables.

**Cuadro 4.7.** Resumen de la evaluación de la sustentabilidad general en fincas productoras de limón en Santa Elena, Ecuador.

Valor	Indicador Económico (IK)	Indicador Ecológico (IE)	Indicador Socio cultural (ISC)	Índice de Sustentabilidad General (IS Gen.)
> 2	24.1 %	61.4 %	55.4 %	22.9 %
< 2	75.9 %	38.6 %	44.6 %	77.1 %

#### 4.2.2. Puntos críticos de la sustentabilidad.-

El concepto de sustentabilidad es complejo en sí mismo porque implica cumplir, simultáneamente, con varios objetivos: productivos, ecológicos o ambientales, sociales, culturales, económicas y temporales (Sarandon y Flores, 2009). Como consecuencia, los “puntos críticos” para alcanzar la sustentabilidad pueden cambiar de un sistema de producción a otro y es lógico encontrar algunas diferencias entre los cuatro tipos de fincas evaluados (Figura 4.11). El análisis de la dimensión económica de estas, muestra que se deben mejorar muchos aspectos, en el corto plazo, podría mejorarse el control de plagas y enfermedades que sumado a un incremento en la densidad de plantación, repercutirá favorablemente en un incremento de la productividad de las fincas que sumado a una mejora en la calidad del limón ayudaría a mejorar los ingresos familiares. En el mediano plazo debería implementarse una mayor diversificación de cultivos y las vías de comercialización. Esto ayudaría a mejorar el ingreso familiar que actualmente son bajos. También existen diferencias, cuando se realiza el análisis de la dimensión ambiental. En el corto plazo, podría mejorarse el manejo de la cobertura vegetal y el incremento del área dedicada a las zonas de conservación. Para en el mediano plazo, podría dejarse la tarea de lograr una mayor diversificación de cultivos. Estas mejoras podrían ser usadas para emprender procesos de certificación para el limón como de producción orgánica, sustentable y otros.



**Figura 4.11.** Análisis de la dimensión económica (DE), ambiental (DA) y sociocultural (DSC) de la sustentabilidad en “fincas tipo” productoras de limón en Santa Elena, Ecuador.

La certificación de productos agrícolas permite ingresar a otros tipos de mercado que en algunos casos podría significar mejoras en el precio hasta en un 30%. En el análisis de la dimensión sociocultural, también se reportó diferencias entre fincas y se muestra la necesidad de mejoras en las variables de acceso a la educación, integración social y conocimiento tecnológico y conciencia ecológica (Figura 4.11). En el Ecuador, en los últimos años, se han realizado varios estudios relacionados con la evaluación de la sustentabilidad en diversos sistemas de producción agrícolas (Santistevan, 20013; García, 2015; Palomeque, 2016; Reyna, 2016), los mismos que sugieren una visión diferente cuando, en el futuro, se diseñen planes para el desarrollo agrícola de este país. Pero en la actualidad, generalmente se observa una baja cantidad de fincas sustentables, que se explica principalmente por los resultados obtenidos en las variables relacionadas con las dimensiones económica y socio-cultural, que muestra el bajo nivel y calidad de vida de los productores agrícolas. Lamentablemente cambiar esta situación no siempre está en manos de los productores agrícolas, depende principalmente de otras instancias como los gobiernos local, regional y nacional que deben invertir en infraestructura y servicios para mejorar la competitividad de este sector productivo (Santistevan, 2013).

### **4.3 DESARROLLO DE EXPERIENCIAS PARA LA MEJORA TECNOLÓGICA DEL CULTIVO DEL LIMÓN SUTIL EN LA PROVINCIA DE SANTA ELENA, ECUADOR.**

#### **4.3.1 Experiencia 1: Comportamiento del cultivo del limón en dos zonas agroecológicas de Santa Elena, Ecuador.**

##### **A.- Incidencia de plagas y enfermedades**

Se reportó la presencia de pulgones, mosca blanca, ácaros, hormigas y fumagina, problemas sanitarios muy comunes en limón y otras especies cultivadas de cítricos, tanto en Ecuador (Falconí, 1999, INIAP, 2002), como en otros países productores como en Perú (Vegas, y Narrea, 2011). En Colonche, los pulgones solamente se presentaron en diciembre; mientras que en Manglaralto estuvo presente en todo el periodo de estudio, con excepción de los meses de octubre y noviembre. En ambas localidades, la mosca blanca, no fue reportada en los meses de octubre y noviembre; pero sí en agosto, setiembre y diciembre; mientras que los ácaros solamente se presentaron en agosto y setiembre. Las hormigas *Anoplolepis gracilipes*, solo se encontraron en Manglaralto, en casi todo el periodo de estudio; con excepción de agosto. La fumagina, solamente se reportó en Manglaralto, en casi todo el periodo de estudio; con excepción de los meses de octubre y noviembre. Los niveles de incidencia de estas plagas en Manglaralto, hizo necesaria la aplicación de medidas de control químico a fines de setiembre, lo que explicaría, la ausencia de estos los problemas en los dos meses siguientes.

Pero los cambios en la dinámica poblacional de las plagas y enfermedades están mayormente asociados a las condiciones climáticas de la zona de estudio. Por ejemplo en Colombia, las plagas y enfermedades de los cítricos, se incrementan durante las épocas lluviosas (CESTA, 2011). En general, la mayor incidencia plagas y enfermedades, se presentó en la localidad de Manglaralto, comparado con Colonche.

Sin embargo, los valores promedios solamente fueron estadísticamente diferentes en el caso de las hormigas (Cuadro 4.8 y anexo 9A; 10A). La presencia de estas plagas y enfermedades, no hace más que corroborar la importancia económica de éstas y la necesidad de diseñar adecuadas medidas de control, caso contrario podrían afectar negativamente a la cantidad y calidad de la cosecha. Bermejo (2011), señala que en España, cuarto productor de cítricos a nivel mundial, uno de los principales factores que

tienden a disminuir el rendimiento de la explotación, es el conjunto de plagas que atacan al cultivo.

**Cuadro 4.8.** Incidencia de plagas y enfermedades (%) en Colonche y Manglaralto, provincia de Santa Elena, Ecuador

Zona Agroecológica	Meses	Incidencia mensual (%)				
		Pulgones <i>Aphis spiraeicola</i>	Mosca Blanca <i>Alerothricus floccosus</i> Mask	Hormigas	Ácaros <i>Polyphatarsonemus latus</i>	Fumagina <i>Capnodrium citri</i>
Colonche	Agosto	0	5	0	4	0
	Septiembre	0	8	0	4	0
	Octubre	0	0	0	0	0
	Noviembre	0	0	0	0	0
	Diciembre	5	7	0	0	0
Manglaralto	Agosto	15	25	6	2	28
	Septiembre	23	25	9	2	33
	Octubre	0	0	0	0	0
	Noviembre	0	0	9	0	0
	Diciembre	8	13	8	0	20
Promedio Colonche		1.0 a	4.0 a	0.0 a	0.8 a	0.0 a
Promedio Manglaralto		9.2 a	12.6 a	6.4 b	1.6 a	16.2 a

Nota: Prueba de Duncan al 95%, para prueba de medias entre localidades

## B.- Calidad del fruto del limón

Los productores de limón asocian la calidad del fruto generalmente con el tamaño (Llumillanqui, 2010), es decir el diámetro y el peso. En Colonche, el diámetro mayor se reportó en el mes de septiembre, aunque la diferencia con los otros meses de evaluación, no fue muy grande, ya que el rango estuvo entre 3.5 a 3.7; mientras que en Manglaralto, el mayor diámetro correspondió al mes de noviembre, con un rango más amplio de valores que estuvo entre 2.5 a 3.2 cm. En general el fruto tuvo un mayor diámetro en Colonche (3.58), con respecto a Manglaralto (2.9 cm), diferencia que fue estadísticamente significativa (Cuadro 4.9 y anexo 11A). Los valores encontrados en Colonche son más parecidos a los reportados en otros estudios en el Ecuador, como el de Caiza (1992), que encontró valores entre 3.63 y 3.86 cm en estudio realizado en Manabí. Mientras que en México, para limón criollo se reportó diámetros de 3.66 a 3.72 cm, Pérez, (2002). En la localidad de Colonche, el mayor peso se reportó en el mes de setiembre (45.7 g), la diferencia con los otros meses de evaluación fue notoria, ya que el rango estuvo entre 37.5 a 45.7; mientras que en Manglaralto, el mayor diámetro correspondió al mes de noviembre (38.3 g), con un rango poco amplio de valores que estuvo entre 36.9 a 38.3 cm.

**Cuadro 4.9.** Diámetro del fruto de limón (cm) en Colonche y Manglaralto, provincia de Santa Elena, Ecuador.

Zonas Agroecológica	Meses	Promedio/mes
Colonche	Agosto	3.6
	Septiembre	3.7
	Octubre	3.5
	Noviembre	3.5
	Diciembre	3.6
Manglaralto	Agosto	2.9
	Septiembre	2.9
	Octubre	2.9
	Noviembre	3.2
	Diciembre	2.5
Promedio Colonche		3.58 a
Promedio Manglaralto		2.88 b

Nota: Prueba de Duncan al 95%, para prueba de medias entre localidades

**Cuadro 4.10** Peso del fruto de limón (g/unidad) en Colonche y Manglaralto, provincia de Santa Elena, Ecuador.

Zonas Agroecológica	Meses	Promedio/mes
Colonche	Agosto	40.4
	Septiembre	45.7
	Octubre	39.0
	Noviembre	37.5
Manglaralto	Agosto	37.3
	Septiembre	36.9
	Octubre	35.8
	Noviembre	38.3
Promedio Colonche		40.65 a
Promedio Manglaralto		37.07 a

Nota: Prueba de Duncan al 95%, para prueba de medias entre localidades

En general el fruto tuvo un peso mayor en Colonche (40.65), con respecto a Manglaralto (37.07), pero esta diferencia no fue estadísticamente significativa (Cuadro 4.10 y anexo 12A). Los valores encontrados en este estudio son parecidos a los reportados en otros estudios en el Ecuador, como el de Cevallos y Cevallos (2007), que encontró valores entre 38.17 y 40.69 g en estudio realizado en Manabí. Mientras que en México, también para limón criollo se reportó pesos de 32.2 a 34.8 g (Pérez, 2002).

### C.- Rendimiento del cultivo

En la localidad de Colonche, el mayor peso/parcela se reportó en el mes de octubre (437 kg), la diferencia con los otros meses de evaluación fue notoria, ya que el rango estuvo entre 105 a 437. En Manglaralto, el mayor peso/parcela correspondió también al mes de

octubre (262 kg), con un rango de menor amplitud de valores ya que estuvo entre 105 a 262. En general el rendimiento fue mayor en Colonche (5.42 t/ha), con respecto a Manglaralto (4.72 t/ha), pero esta diferencia no fue estadísticamente significativa (Cuadro 4.11 y Anexo 13A). Los valores alcanzados en las dos zonas agroecológicas son bajos si los comparamos con otros reportes, como en México, donde el rendimiento va desde 14.6 a 26.6 t/ha (Sagarpa, 2014); mientras que en Piura (Perú) va desde 9 a 14 t/ha (Vegas y Narrea, 2011). Los rendimientos por planta, también son bajos, tanto en Colonche (21.7 kg) como en Manglaralto (18.9 kg), si lo comparamos con los 73.8 kg reportado por Solís y Tomalá (2010) también en Manglaralto.

**Cuadro 4. 11.** Rendimiento en cultivo de limón en Colonche y Manglaralto, provincia de Santa Elena. Ecuador.

Zona Agroecológica	Mensual (kg/parcela)*					Rendimiento Total			
	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Kg/planta	Kg/parcela	Kg/ha**	t/ha
<b>Colonche</b>	105	175	437	192	175	21.7	1084 a	5420	5.42
<b>Manglaralto</b>	227	175	262	175	105	18.9	944 a	4720	4.72

Nota: Prueba de Duncan al 95%, para prueba de medias entre localidades.

(\*) En cada parcela se evaluó 50 plantas.

(\*) Estimado con una densidad de 250 pl/ha

La comparación de rendimiento entre países, son referenciales ya que en este estudio solamente se trabaja con la cosecha de cinco meses y algunos productores consideran que el limón en Ecuador se cosecha todo el año. Pero esto no está claro, ya que para autores como Llumillanqui (2010), la cosecha a lo largo del año se debe a que las plantaciones tienen parcelas con diferentes estadios de desarrollo. Lo que si queda claro es la diferencia entre localidades, en el futuro será recomendable desarrollar proyectos para mejorar el manejo del cultivo en ambas localidades; pero de manera especial en Manglaralto.

#### **4.3.2.- Experiencia 2: Comportamiento del cultivo del limón Sutil en “fincas tipo” En la provincia de Santa Elena, Ecuador**

##### **- Incidencia de plagas y enfermedades**

Se reportó la presencia de pulgones (*Aphis* spp.), mosca blanca (*Aleurothrixus floccosus*) y fumagina (*Capnodium* sp.) problemas sanitarios muy comunes en limón y otras especies cultivadas de cítricos, tanto en Ecuador (Falconí, 1999, INIAP, 2002) como en otros países productores como el Perú (Vegas y Narrea, 2011). La mayor incidencia de pulgones, se

presentó en la finca tipo I y la más baja correspondió a la finca tipo III, diferencia que fue estadísticamente significativa. La mosca blanca, tuvo su mayor incidencia en la finca tipo I y la más baja correspondió a la finca tipo IV; pero esta fue estadísticamente similar a la finca tipo III. La fumagina tuvo su mayor incidencia en la finca tipo I y la más baja correspondió a la finca tipo IV, pero no hubo diferencias estadísticamente significativas entre fincas (Cuadro 4.12 y anexo 14A). En general, las fincas tipo I y II, presentaron frecuentemente la presencia de malezas y estas pueden ser hospederos de plagas y enfermedades (FAO, 2016).

**Cuadro 4.12.** Incidencia de plagas y enfermedades (%) en “fincas tipo” en la provincia de Santa Elena, Ecuador.

Tipo de Finca	Pulgones <i>Aphis spiraecola</i>	Mosca Blanca <i>Alerothricus floccosus</i> Mask	Fumagina <i>Capnodrium citri</i>
Finca 1	26.0 a	25.0 a	35.0 a
Finca 2	21.4 ab	18.7 ab	29.3 a
Finca 3	16.0 ab	16.0 b	24.0 a
Finca 4	18.6 b	12.6 b	20.0 a

Nota: Prueba de Duncan al 95% para prueba de medias entre fincas.

La presencia de estas plagas y enfermedades, corrobora la importancia económica de éstas y la necesidad de diseñar adecuadas medidas de control, caso contrario podrían afectar negativamente a la cantidad y calidad de la cosecha. OIRSA (1999) uno de los principales factores que tienden a disminuir el rendimiento de la explotación, son plagas que atacan al cultivo.

**- Calidad del fruto del limón**

Los productores de limón asocian la calidad del fruto generalmente con el tamaño (Llumillanqui, 2010), es decir el diámetro y el peso. El diámetro varió en el tiempo y de una finca a otra, en el mes de agosto el fruto tuvo un mayor diámetro en la finca III y la más baja en la finca I, diferencias que fueron estadísticamente significativas. En la segunda evaluación, el fruto tuvo un diámetro significativamente mayor en la finca III y la más baja en la finca I, que a su vez fue estadísticamente similar al resto de tratamientos. En octubre, el diámetro fue mayor en la finca III y la más baja en la finca I, que a su vez fue estadísticamente similar al resto de tratamientos. En la última evaluación, el fruto tuvo un diámetro significativamente mayor en la finca III y la más baja en la finca I, diferencias que fueron estadísticamente significativas (Cuadro 4.13 y Anexo 15A). El rango de valores encontrados en este estudio (2.59 – 3.76 cm) son cercanos a los reportados en otras

investigaciones en el Ecuador, como el de Caiza (1992), que encontró valores entre 3.63 y 3.86 cm en estudio realizado en Manabí. También a los reportados en México, que para limón criollo se encontró diámetros entre 3.66 ya 3.72 cm (Pérez, 2002).

**Cuadro 4. 13.** Diámetro del fruto (cm) en fincas tipo en la provincia de Santa Elena, Ecuador.

<b>Tipo de Finca</b>	<b>Agosto</b>	<b>Setiembre</b>	<b>Octubre</b>	<b>Noviembre</b>	<b>Promedio</b>
Finca I	2.59 c	3.12 b	3.29 b	3.39 b	3.09 c
Finca II	3.09 b	3.24 b	3.38 b	3.46 b	3.29 bc
Finca III	3.56 a	3.76 a	3.62 a	3.71 a	3.66 a
Finca IV	3.46 a	3.40 b	3.45 ab	3.55 ab	3.46 a

Nota: Prueba de Duncan al 95%, para prueba de medias entre fincas.

Cuando se evaluó el peso del fruto, se encontró que también varió con el tiempo y de una finca a otra. En el mes de agosto el fruto tuvo un mayor peso en la finca IV y la más baja en la finca I, todos los tratamientos tuvieron diferencias estadísticas significativas entre sí. En la segunda evaluación, el fruto tuvo un peso significativamente mayor en la finca IV y la más baja en la finca I, la misma que fue estadísticamente diferente al resto de tratamientos en estudio. En octubre, el peso fue mayor en la finca IV y la más baja en la finca I, que a su vez fue estadísticamente similar a la finca II. En la última evaluación, el fruto tuvo un peso significativamente mayor en la finca III y la más baja en la finca I, diferencias que fueron estadísticamente significativas (Cuadro 4.14 y Anexo 16A). El rango de valores encontrados en este estudio (34.15 a 58.86) es parecido al reportado en otros estudios realizados en el Ecuador, como el de Cevallos y Cevallos (2007), que encontró valores entre 38.17 y 40.69 g en Manabí. Superior a los encontrados en México, donde se reportó pesos de 32.2 a 34.8 g (Pérez, 2002) y entre 32.2 a 38.2 (Álvarez *et al.*, 2008).

**Cuadro 4.14.** Peso del fruto (g) en fincas tipo en la provincia de Santa Elena, Ecuador.

<b>Tipo de Finca</b>	<b>Agosto</b>	<b>Setiembre</b>	<b>Octubre</b>	<b>Noviembre</b>	<b>Promedio</b>
Finca I	35.05 d	34.15 c	35.77 c	35.03 c	35.0 c
Finca II	40.85 c	42.42 b	40.79 c	42.01 bc	41.52 b
Finca III	48.71 b	47.18 ab	48.95 b	58.86 a	50.92 a
Finca IV	53.54 a	49.20 a	54.77 a	47.89 b	51.35 a

Nota: Prueba de Duncan al 95%, para prueba de medias entre fincas.

#### - Rendimiento del cultivo

El mayor peso/parcela se reportó en la finca III (2730 kg), la diferencia con las otras fincas evaluadas fue notoria, ya que el rango estuvo entre 752.5 a 2730 kg. Lógicamente, está tendencia fue la misma cuando se evaluó el rendimiento por unidad de área, donde la finca III con 13.7 t/ha tiene un rendimiento 3.6 veces superior, con respecto a la finca I que tuvo el peso más bajo (Cuadro 4.15 y Anexo 17A). Los valores alcanzados en éstas fincas son bajos si los comparamos con otros reportes, como en México, donde el rendimiento va desde 14.6 a 26.6 t/ha (Sagarpa, 2014, citado por Corona 2015); mientras que en Piura (Perú) está entre 9 y 14 t/ha (Vegas y Narrea, 2011). Los rendimientos por planta (15.05 – 54.60 Kg), también son bajos, si lo comparamos con los 73.8 kg/pl reportado por Solís y Tomalá (2010) en Ecuador.

**Cuadro 4.15.** Rendimiento de limón en fincas tipo en la provincia de Santa Elena, Ecuador.

Tipo de Finca	Kg/planta	Kg/parcela	t/ha <sup>1</sup>
Finca I	15.05	752.5 b	3.80
Finca II	22.05	1102.5 b	6.06
Finca III	54.60	2730.0 a	14.19
Finca IV	45.85	2292.5 a	12.84

Nota: Prueba de Duncan al 95%, para prueba de medias entre fincas.

<sup>1/</sup> Valores estimados con 250 (Finca I), 275 (Finca II), 260 (Finca III) y 280 (Finca IV) pl/ha, respectivamente

Si se considera que las dos zonas productoras de limón más importantes en la provincia de Santa Elena (Manglaralto y Colonche), tienen condiciones climáticas bastante parecidas (INHAMI, 2014), la diferencia de resultados entre una finca y otra, aunque no siempre estadísticamente significativa, se explicaría por un entorno económico diferente y las características personales del propietario de cada finca. Según Hart (1990), citado por Malagón y Prager (2001), los sistemas de fincas son producto de tres fuerzas generales: el ambiente físico-biológico, el ambiente socio-económico y las habilidades del productor. Los resultados, muestran que existe una brecha que es necesario acortar, especialmente si tenemos en cuenta que la finca tipo I representan al 44.6% de las unidades productoras de esta zona de estudio. En el futuro, sería recomendable trabajar en la mejora de la producción de este cultivo; tarea en la que el productor de limón debe tener un rol protagónico.

### 4.3.3 Experiencia 3: Efecto de la fertilización sobre el limón Sutil en dos zonas agroecológicas en la provincia de Santa Elena, Ecuador.

#### 1.- Incidencia de plagas y enfermedades

En Ecuador se ha reportado la presencia de pulgones, mosca blanca y fumagina problemas sanitarios muy comunes de los cítricos, (Falconí, 1999, INIAP, 2002), en otros países productores de cítricos no son la excepción como en Perú (Vegas y Narrea, 2011), problemas sanitarios que han sido reportados también en este ensayo. No existieron diferencias significativas de la incidencia de las plagas para los niveles de fertilización estudiados y en ambas localidades. Pero se observó una tendencia, a mayor cantidad de fertilizantes menor es la presencia de esta plaga (Cuadro 4.16 y Anexos 24A - 30A).

**Cuadro 4.16.** Efecto de los tratamientos sobre la incidencia de plagas y enfermedades (%) en la provincia de Santa Elena, Ecuador.

Tratamientos			Manglaralto					Colonche				
			Pulgones	Mosca Blanca	Ácaros	Hormigas	Fumagina	Pulgones	Mosca Blanca	Ácaros	Hormigas	Fumagina
N <sub>0</sub>	P <sub>0</sub>	K <sub>0</sub>	22.7 a	21.6 a	4.0a	6.3 a	19.2 a	16.8 a	18.1 a	4.0 a	0.0 a	12.5 a
N <sub>450</sub>	P <sub>300</sub>	K <sub>450</sub>	19.7a	18.4 a	4.0a	6.2 a	18.3 a	15.7 a	16.7 a	4.0 a	0.0 a	12.3 a
N <sub>600</sub>	P <sub>300</sub>	K <sub>600</sub>	18.9a	19.3 a	4.0a	4.7 a	16.5 a	14.2 a	14.5 a	4.0 a	0.0 a	9.8 a
N <sub>750</sub>	P <sub>300</sub>	K <sub>750</sub>	17.2a	19.9 a	4.0a	4.9 a	14.8 a	13.3 a	14.0 a	4.0 a	0.0 a	8.1 a
N <sub>900</sub>	P <sub>300</sub>	K <sub>900</sub>	14.3a	15.5 a	4.0a	4.3 a	11.9 a	14.2 a	12.0 a	4.0 a	0.0 a	9.3a

Nota: Prueba de Duncan al 95% para prueba de medias entre tratamientos.

Estos resultados muestran que el conocer la incidencia de plagas y enfermedades en el cultivo para ambas localidades muestra la importancia y necesidad de diseñar adecuadas medidas de control, caso contrario podrían afectar negativamente a la cantidad y calidad de la cosecha. OIRSA (1999), menciona que, uno de los principales factores que tienden a disminuir el rendimiento de la explotación, son plagas que atacan al cultivo.

#### 2.- Calidad del fruto del limón

##### 2.1.- El diámetro del fruto

La calidad está asociada con el tamaño, diámetro y peso del fruto. En el Cuadro 4.17 (Anexo 31A – 32A), se presentaron diferencias significativas entre tratamientos y en ambas localidades. En Manglaralto, el mayor diámetro se presentó en el tratamiento 5 con 3.42 cm; y en la localidad de Colonche, el mayor diámetro fue de 3.52 cm en el tratamiento 5.

El rango de valores encontrados en este estudio (3.16 – 3.52 cm) son cercanos a los reportados en otros estudios en el Ecuador, como el de Caiza (1992), quien encontró valores entre 3.63 y 3.86 cm para el diámetro de fruto en el limón sutil en un estudio realizado en Manabí. También se asemejan a los reportados en México, donde, en el limón sutil, se reportaron diámetros entre 3.66 ya 3.72 cm (Pérez, 2002). En Colombia, a pesar de que no fue la investigación en limón sutil sino en limón Tahití, las experiencias desarrolladas para la mejora tecnológica en el cultivo muestran un diámetro de fruto de 5 cm de promedio, Dorado, et al, (2015), en Bikaner, India el diámetro estuvo en 5.96 cm (Garhwal *et al*, 2014).

**Cuadro 4.17.** Efecto de la fertilización sobre el diámetro del fruto (cm) en Colonche y Manglaralto. Provincia de Santa Elena. Ecuador.

Tratamientos			Manglaralto	Colonche
N <sub>0</sub>	P <sub>0</sub>	K <sub>0</sub>	3.16 d	3.39 c
N <sub>450</sub>	P <sub>300</sub>	K <sub>450</sub>	3.25 cd	3.43 bc
N <sub>600</sub>	P <sub>300</sub>	K <sub>600</sub>	3.28 bc	3.45 bc
N <sub>750</sub>	P <sub>300</sub>	K <sub>750</sub>	3.36 ab	3.46 b
N <sub>900</sub>	P <sub>300</sub>	K <sub>900</sub>	3.42 a	3.52 a

Nota: Prueba de Duncan al 95%, para prueba de medias entre fincas.

## 2.2.- El peso del fruto

En Manglaralto, el mayor peso del fruto se presentó en el tratamiento 5, con 48.7 g, y el menor peso se presentó en el tratamiento 1 con 35.5 g. Para la zona de Colonche, se presentó también el mayor peso del fruto se presentó en el tratamiento 5, con 56.6 y el menor tratamiento fue el 1 con 35.6 g. Al comparar las dos zonas, se identifica que a mayor cantidad de fertilizantes aplicado, el peso se incrementa (Cuadro 4.18 y Anexos 33A – 34A).

**Cuadro 4.18.** Efecto de la fertilización sobre el peso del fruto (g) en Colonche y Manglaralto. Provincia de Santa Elena. Ecuador.

Tratamientos			Manglaralto	Colonche
N <sub>0</sub>	P <sub>0</sub>	K <sub>0</sub>	35.5 c	35.6 d
N <sub>450</sub>	P <sub>300</sub>	K <sub>450</sub>	36.8 c	40.9 c
N <sub>600</sub>	P <sub>300</sub>	K <sub>600</sub>	37.6 c	43.9 c
N <sub>750</sub>	P <sub>300</sub>	K <sub>750</sub>	42.9 b	49.3 b
N <sub>900</sub>	P <sub>300</sub>	K <sub>900</sub>	48.7 a	56.6 a

Nota: Prueba de Duncan al 95%, para prueba de medias entre fincas.

El rango de valores encontrados en este estudio (35.5 a 56.6 g) es similar al reportado en otros estudios realizados en el Ecuador, como el de Cevallos y Cevallos (2007), que encontró valores entre 38.17 y 40.69 g de peso en el fruto de limón sutil en Manabí. Superior a los encontrados en México, donde se reportó pesos de 32.2 a 34.8 g (Pérez, 2002) y entre 32.2 a 38.2 (Álvarez *et al.*, 2008). Sin embargo en Colombia, Dorado *et al.*, (2015) encontró un peso de 82,5 gramos de frutos.

### 2.3.- El número del fruto

A nivel general, el mayor número de frutos/planta en ambos localidades se presentó en los tratamientos 5; así, en Colonche con un promedio de 117.9 frutos/planta y en Manglaralto el promedio fue de 91.1 frutos/plantas. Se observa entonces la tendencia siguiente: a mayor dosis, mayor número de frutos por plantas (Cuadro 4.19 y Anexo 35A - 36A).

**Cuadro 4.19.** Efecto de la fertilización sobre el número de frutos/planta en Colonche y Manglaralto. Provincia de Santa Elena. Ecuador.

Tratamientos			Manglaralto	Colonche
N <sub>0</sub>	P <sub>0</sub>	K <sub>0</sub>	55.4 d	67.4 d
N <sub>450</sub>	P <sub>300</sub>	K <sub>450</sub>	59.7cd	72.8 c
N <sub>600</sub>	P <sub>300</sub>	K <sub>600</sub>	64.6 c	75.1 c
N <sub>750</sub>	P <sub>300</sub>	K <sub>750</sub>	74.9 b	91.6 b
N <sub>900</sub>	P <sub>300</sub>	K <sub>900</sub>	91.1 a	117.9 a

Nota: Prueba de Duncan al 95%, para prueba de medias entre fincas.

### 3. Rendimiento del cultivo

El Cuadro 4.20 (Anexo 37A – 38A), muestra el efecto de la fertilización sobre el rendimiento en Colonche y Manglaralto, donde se observa que, en ambos casos, el tratamientos 5, muestra los mayores valores de rendimiento, en Manglaralto fue de 5.7 t/ha y en Colonche de 6.6 t/ha.

**Cuadro 4.20.** Efecto de la fertilización sobre el rendimiento en Colonche y Manglaralto. Provincia de Santa Elena. Ecuador.

Tratamientos			Manglaralto	Colonche
N <sub>0</sub>	P <sub>0</sub>	K <sub>0</sub>	2.4 b	2.4 b
N <sub>450</sub>	P <sub>300</sub>	K <sub>450</sub>	2.6 b	3.0 b
N <sub>600</sub>	P <sub>300</sub>	K <sub>600</sub>	2.8 b	3.4 b
N <sub>750</sub>	P <sub>300</sub>	K <sub>750</sub>	3.9 b	4.2 ab
N <sub>900</sub>	P <sub>300</sub>	K <sub>900</sub>	5.7 a	6.6 a

Nota: Prueba de Duncan al 95%, para prueba de medias entre fincas.

Los rendimientos promedio de limas ácidas a nivel mundial según FAO están liderados por Estados Unidos con 33,3 t/ha, Bahamas 31,1 t/ha, Turquía 30,5 t/ha y Argentina 28,9 t/ha. Estudios sobre fertilización en limón Tahití, han demostrado que el aumento de las aplicaciones de nitrógeno, incrementan la producción de frutos, contenido de aceite en la cáscara y que además retarda la maduración de los frutos (Koo *et al.*, 1974; Rodríguez 2002).

La investigación realizada en Manglaralto y Colonche de la provincia de Santa Elena, reportó los siguientes rendimientos con los diferentes niveles de fertilización, estos presentaron diferencias significativas, la prueba de Duncan reportó dos grupos estadístico. Las plantas sometidas al doble de la fertilización química obtuvieron los mejores rendimientos presentando valores hasta de 5.7 toneladas por tratamiento (Cuadro 4.26), para la zona de Manglaralto; sin embargo Colonche presentó mejores rendimiento, el tratamiento cinco obtuvo un promedio de 6.6 toneladas por tratamiento.

Los valores alcanzados en las dos zonas (Manglaralto y Colonche) son bajos si los comparamos con otros reportes encontrados en Colombia donde el estudio con dosis de fertilizantes se obtuvo un rendimiento que va desde 31,3 a 33,1 t/ha (Dorado, 2015); en Venezuela, el rendimiento fluctuó de 17.84 a 16.80 kg /árbol (Díaz *et al.* 2004).

Finalmente, en ambas zonas, el tratamiento T<sub>5</sub> fue el mejor, puesto que el diámetro, peso, y número de frutos se incrementó. Al comparar las dos zonas, Colonche alcanzó los mejores resultados. Estos datos corroboran a autores como Rodríguez (2002), quien señala que al utilizar fertilizantes se logró mejor rendimiento y características externas en el fruto del limón.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES

1.- Al caracterizar las fincas productoras de limón Sutil en la provincia de Santa Elena, Ecuador, se encontró que 64 variables están asociadas a los aspectos sociales, económicos y ambientales de estas. Entre las variables más importantes, se señala:

- ❖ En el ámbito social, el 95 % de los responsables de las fincas son varones, el 64% posee luz, agua potable y teléfono celular,
- ❖ En el ámbito económico, las fincas poseen tamaños que varían entre: 0.5 hasta 4.5 ha, el 47% de agricultores tienen ingresos mensuales entre 200 a 300 USD. La producción tiene como destino el mercado nacional con precios que fluctúan entre 10 a 25 UDS la malla de 35 kilogramos. El 49% de las fincas invierten menos de 300 has.
- ❖ En el aspecto ambiental, solamente el 5% poseen las dos variedades de limón, y el 85% poseen la variedad de limón sutil, el 90% de agricultores usa el patrón mandarina cleopatra. El 47% de las fincas productoras poseen rendimientos entre 16 a 25 toneladas/ hectárea. El 61% de las fincas tienen monocultivo.
- ❖ Las 83 fincas se agruparon en 4 grupos, el más numeroso fue el Grupo I (44.6%), seguido de Grupo III (26.5%), Grupo II (15.7%) y Grupo IV (13.3%).

2.- Al evaluarse la sustentabilidad de las fincas productoras de limón Sutil, se encontró que:

- ❖ El índice Sustentabilidad General mostró que, apenas el 24.04 % de las fincas si son sustentables, y por ende el 74.9%, no lo son.
- ❖ El índice de sustentabilidad analizado por fincas tipo, muestra que, en las “finca tipo” 4, el 36.3 % son sustentables.

❖ A nivel general los puntos críticos a la sustentabilidad fueron: diversidad de cultivos, vías de comercialización y la alta dependencia de insumos externos.

3.- Las experiencias para la mejora tecnológica del cultivo de limón Sutil en Santa Elena, mostraron resultados interesantes que pueden ayudar al desarrollo sustentable de este cultivo en el futuro, los mismos que fueron:

**Experiencia 1:** El mejor rendimiento se obtuvo en la zona de Colonche con 5.42 t/ha.

**Experiencia 2:** El mejor rendimiento se obtuvo en las fincas tipo 4

**Experiencia 3:** El mejor tratamiento de fertilización en la zona de estudio, fue el T5=  
N<sub>900</sub> P<sub>300</sub> K<sub>900</sub>

## **CAPÍTULO VI**

### **RECOMENDACIONES**

Usar la información de caracterización del área de estudios para futuros trabajos donde se requieran conocimientos de un diagnóstico inicial.

Trabajar en proyectos sociales usando la información de fincas tipo, es decir dando un tratamiento diferente acorde a las necesidades de cada grupo.

En las fincas tipo 1 se sugiere: buscar un mayor número de vías de comercialización, reducir la dependencia de insumos externos, buscar medidas de manejo integrado de plagas para reducir su incidencia, haciendo de esta manera que se aumente la productividad y mejorando la calidad del limón, realizar prácticas agrícolas como el manejo de la cobertura vegetal, aumentar la diversificación de cultivos, realizar un manejo que permita la conservación de suelos.

Para las fincas tipo 2: Aumentar la diversificación de cultivos para trabajarlos como cultivos en asociación, reducir la dependencia de insumos externos, buscar un mayor número de vías de comercialización.

En las Fincas tipo 3: es necesario el incentivo para aumentar la diversificación de cultivos, incentivar a los encargados de la finca a cuidar el medio ambiente incrementando el Conocimiento y conciencia ecológica en ellos mediante capacitaciones.

Se recomienda probar dosis de fertilización que tengan de inicio el  $T_5$  hasta encontrar el punto de inflexión.

## CAPÍTULO VII

### BIBLIOGRAFIA

Abbona, E. 2004. Evaluación de la sustentabilidad ecológica de sistemas agrícola y su aporte al Desarrollo Rural Sustentable: El caso de los viñateros de Berisso Argentina. Tesis maestría en Ciencias. Antonio Baeza, España. Universidad Internacional de Andalucía. 166p.

Acción Ecológica. 2015. El tratado Comercial Ecuador – Unión Europea. Lo que Ecuador negocio con Europa. 81p. Consultado 20 feb. 2016. Disponible en: [http://www.bilaterals.org/IMG/pdf/lo\\_que\\_ecuador\\_negocio\\_con\\_europa.pdf](http://www.bilaterals.org/IMG/pdf/lo_que_ecuador_negocio_con_europa.pdf)

Álvarez, A.; Saucedo, C.; Chávez, S.; Medina, V.; Colinas, M. y Báez, R. 2008. Reguladores de crecimiento en la maduración y senescencia de frutos de limón mexicano. Agricultura Técnica en México. 34 (1): 5-11.

Altieri, M. y Nicholls, C. 2000. Agroecología. Teoría y Práctica para una Agricultura Sustentable. 1ª ed. Serie Textos Básicos para la Formación Ambiental. 45p. Consultado 18 feb. 2016. Disponible en [http://ppgh.fflch.usp.br/uploads/formulario/45/form\\_altieri\\_agro01.pdf](http://ppgh.fflch.usp.br/uploads/formulario/45/form_altieri_agro01.pdf)

Altieri, M. 1991. ¿Por qué estudiar la agricultura tradicional? División de Control Biológico -Universidad de California, Berkeley. Revista de CLADES. No Especial 1. Consultado 23 ago. 2015. Disponible en: <http://ecaths1.s3.amazonaws.com/sociologíaagraria/TP2apunte1.pdf>

American Society of Agronomy 1987. Environment, Growth and Development. Washington D.C., EUA: Development Committee Pamphlet. No. 14: 20.

Amórtegui, I. 2001. El cultivo de los cítricos. Modulo educativo para el desarrollo tecnológico de la comunidad rural. Ibagué, Colombia. 35pp. Consultado 20 marzo 2015. Disponible en: [http://agronet.gov.co/www/docs\\_si2/El%20cultivo%20de%20los%20citricos%20Limon.pdf](http://agronet.gov.co/www/docs_si2/El%20cultivo%20de%20los%20citricos%20Limon.pdf).

Arévalo, M. 2009. Implementación de una planta procesadora de jugos y compotas de frutas. Tesis Ing. Agr. Guayas Ecuador. Escuela Superior Politécnica 180p. Consultado 20 marzo 2015. Disponible en: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/7515/5/PROYE CTO-1.pdf>

Avilán, L., Dorante, I., Ruíz, J., y Rodríguez, M. 1997. Descripción de las Limas y Limones de la Colección del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. *Agronomía Tropical*. Venezuela. 48(1):41-52.

Azar, C., Holmberg, J. and Lindgren, K. 1995. Socio-ecological indicators for sustainability. *Ecological Economics*, No. 18: 89-112.

Bakkes, J.; Van de Born, G.; Helder, J.; Stiwart, R.; Hope, C.; Parker, J. 1994. An overview of environmental indicators: State of Art and Perspectives. *Environment Assessment Technical Reports nr. UNEP/PEATR. 94 (01)*. Nairobi, Kenya.

Banco Central del Ecuador. 2009. Previsiones Económicas. Consultado 14 feb.2016. Disponible en: <http://www.bce.fin.ec/frame.php?CNT=ARB0000955,BancoCentraldeIEcuador>

Bolaños, O. 1999. Caracterización y tipificación de organizaciones de productores y productoras. Unidad de planificación estratégica. Ministerio de agricultura y ganadería. 9p. Consultado 10 Jul.2016. Disponible en: [http://www.mag.go.cr/congreso\\_agronomico\\_xi/a50-6907-i\\_031.pdf](http://www.mag.go.cr/congreso_agronomico_xi/a50-6907-i_031.pdf)

Caamal, I.; Pat, V.; Ascencio, F.; Santoyo, L.; y Ramos, J. 2014. Análisis de los costos de producción del limón persa en el municipio de Tlapacoyan, Veracruz. México. *Revista Científica Biológico Agropecuaria Tuxpan* 2(3): 192-200.

Cabrera, D., García, A., Acero, R., Castaldo, A., Perea, J., Martos, J. 2004. Metodología Para la Caracterización y Tipificación de Sistemas Ganaderos. DPTO Producción Animal. Universidad De Córdoba, España. 1: 9.

Caporal, F. 1998. La extensión agraria del sector público ante los desafíos del desarrollo sostenible: el caso de Rio Grande do Sul, Brasil Córdoba, (Tese de Doutorado) Programa de Doctorado em Agroecologia, Campesinado e Historia, ISEC-ETSIAN, Universidad de Córdoba, España. 517 p.

Caporal, F., Costabeber, J. 2002. Análise multidimensional da sustentabilidade. Uma proposta metodológica a partir da Agroecologia. *Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável* (Porto Alegre) 3 (3):70-85.

Caiza, J.; 1992. Estudio de fuentes y dosis de nitrógeno para el cultivo de limón criollo (*Citrus aurantifolia* L.) (Christm) Swingle, en la Provincia de Manabí. Tesis Ing. Agr. Portoviejo, Ecuador. Universidad Técnica de Manabí. 40p.

Cevallos, D. y Cevallos, M. 2007. Evaluación de tres dosis de ácido giberélico sobre la calidad de limón criollo (*Citrus aurantifolia* L.) Swing. En pre y post-cosecha. En Bígua cantón Jama. Manabí Ecuador. Tesis Ing. Agr. Universidad Técnica de Manabí. 82p.

Collantes, R. 2016. Sustentabilidad de los agro-ecosistemas de palto (*Persea americana* MILL.) y mandarina (*Citrus* spp.) en el Valle de Cañete, Lima, Perú. Tesis PhD en Agricultura Sustentable, Lima Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. UNALM. 84p.

Corporación de Promoción de Exportaciones e Inversiones del Ecuador CORPEI, 2009. Perfiles de producto. Perfil de limones y limas. 35p. Consultado 4 sep.2015. Disponible en: <http://www.pucesi.edu.ec/pdf/limon.pdf>

Constanza, R, y Daly, H. 1992. Natural Capital and Sustainable Development. *Conservation Biology*. 6 (1): 37-46.

De Camino, V. y Muller, S. 1993. Sostenibilidad de la agricultura y los recursos naturales. Bases para establecer indicadores. Serie de Documentos de Programa. No 38: 135. San José, Costa Rica. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), GTZ.

De Muner, L. 2011. Sostenibilidad de la Caficultura Arábica en el Ámbito de la Agricultura Familiar en el Estado de Espírito Santo – Brasil. Tesis del Programa de Doctorado en Recursos Naturales y Sostenibilidad. Instituto de Sociología y Estudios Campesinos Departamento de Ciencias Sociales y Humanidades Universidad de Córdoba. España. 259p.

Dirección de Inteligencia Comercial e Inversiones. 2012. Pro- Ecuador. Análisis sectorial de frutas no tradicionales. 24p. (En línea) Consultado 26 sep. 2015. Disponible en:

[http://www.proecuador.gob.ec/wpcontent/uploads/2013/11/PROEC\\_AS2012\\_FRUTAS.pdf](http://www.proecuador.gob.ec/wpcontent/uploads/2013/11/PROEC_AS2012_FRUTAS.pdf)

Dorado, D.; Grajales, L.; Ríos, L. 2015. Efecto del riego y la fertilización sobre el rendimiento y la calidad de la fruta de lima ácida Tahití *Citrus latifolia* Tanaka (Rutaceae). *Corpoica Ciencia y Tecnología. Agropecuaria*. 16(1): 87-93p.

Durán, D. 1999 El crepúsculo de la buena Tierra. Raíces geográfica de la educación ambiental. Colección lugar docente. Lugar editorial. Buenos Aires, Argentina. 93p

Durán, D. 2010. La Sustentabilidad. Las dimensiones de la sustentabilidad. Fundación Educa Ambiente. (en línea) Consultado 4 de dic. 2015. Disponible en: [http://www.Ecoportal.net/Temas-Especiales/DesarrolloSustentable/las\\_dimensiones\\_de\\_la\\_sustentabilidad](http://www.Ecoportal.net/Temas-Especiales/DesarrolloSustentable/las_dimensiones_de_la_sustentabilidad)

Egger, K. 1981. Ecofarming in the Tropics Characteristics and Potentialities. *Plant Research and Development*. 13: 96–106.

Escobedo, J. 2003. Conceptos básicos de fruticultura. Programa de extensión en riego y asistencia técnica. Proyecto sub-sectorial de Irrigación. Lima, Perú. 139p. consultado 10 ene. 2016. Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/11531003/fruticultura>

El Comercio. 2011. Cuatro variedades de limón están de cosecha. Consultado 22 abril 2016. Disponible en: <http://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/cuatro-variedades-de-limon-de-1.html>

FAOSTAT, 2013. Base de datos de la FAO sobre la producción de productos agrícolas y alimentarios. Consultado. 30 ago.2014. Disponible en: <http://faostat.fao.org/site/291/default.aspx>

Food and Agriculture Organization of the United Nations and The Netherlands. Ministry of Agriculture, Nature Management and Fisheries. 1991. The Den Bosch declaration and agenda for action on sustainable agriculture and rural development. Report of the conference. Rome: 60 p.

Food And Agriculture Organization of the United Nations FAO. 1994. FESLM: An International framework for Evaluating Sustainable Land Management. World Soil Resources Report. Rome, Italy. 74p.

Food and Agriculture Organization. El control de malezas en el contexto del manejo integrado de plagas. (en línea) consultado 3 de sep. 2015. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/T1147S/t1147s05.htm>

Falconi, C. 1999. Fitopatógenos. Enfermedades, plagas, malezas y nemátodos fitopatógenos de cultivos en el Ecuador. Centro de Diagnóstico y Control Biológico. Universidad San Francisco de Quito. 123 p.

Galván-Miyoshi Y., Masera O. & López-Ridaura S. 2008. Las evaluaciones de sustentabilidad. En: Astier, M.; Masera O. & Galván-Miyoshi Y. Evaluación de Sustentabilidad. Un enfoque dinámico y multidimensional. Sec. 2: 41-57.

García, B. 2014. Estudio de mercado y pre factibilidad del cultivo de limón Tahití (*Citrus aurantifolia*) en la provincia de Santa Elena. Tesis de Ing. Guayas – Ecuador. 80 p. consultado 20 mayo 2016. Disponible en: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/2710/1/T-UCSG-PRE-TEC-EADR-13.pdf>

García, M. 2015. *Ceratitidis capitata* y la sostenibilidad de *Mangifera indica* para exportación desde Ecuador. Tesis PhD en Agr. Sustentable. Lima, Perú, Universidad Nacional Agraria La Molina. UNALM. 83 p.

Goodland, R. y Daly, H. 1996. Environmental sustainability: Universal and Non Negotiable. *Ecological Applications* 6 (4): 1002 -1017p. Consultado 10 ago. 2015. Disponible en: [http://ecológicaquaculture.org/Goodland&Daley\(1996\).pdf](http://ecológicaquaculture.org/Goodland&Daley(1996).pdf)

Guimarães, R. (1998) La ética de la sustentabilidad y la formulación de políticas de desarrollo. *Campesinas, Brasil. Ambiente & Sociedade* No 2: 53- 82p. Consultado 8 jun. 2016. Disponible en: <http://www.uv.mx/personal/fpanico/files/2011/04/guimaraes-la-etica-de-la-sustentabilidad.pdf>

Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón La Libertad - GAD. 2012. Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2012-2019. 295p. Consultado 18 oct.2015. Disponible en: [http://app.sni.gob.ec/snmlink/sni/%23recycle/PDyOTs%202014/0960006340001/PDyOT/27022013\\_163453\\_1.,%20PDyOT%20LA%20LIBERTAD%2020122020.df](http://app.sni.gob.ec/snmlink/sni/%23recycle/PDyOTs%202014/0960006340001/PDyOT/27022013_163453_1.,%20PDyOT%20LA%20LIBERTAD%2020122020.df)

Gobierno del Estado de Chiapas Secretaria de Desarrollo Social Proyecto Desarrollo Social Integrado y Sostenible. 2006. Sistema de Producción Ecológica del Limón Persa (*Citrus*

*aurantifolia* L.), 36p. (en línea) consultado 20 de agosto 2015. Disponible en: [http://www.sedepas.chiapas.gob.mx/docs/publicaciones\\_SEDEPAS/Produccion\\_sustentable/SISTEMA%20DE%20PRODUCCION%20ECOLOGICA%20DEL%20LIMON.pdf](http://www.sedepas.chiapas.gob.mx/docs/publicaciones_SEDEPAS/Produccion_sustentable/SISTEMA%20DE%20PRODUCCION%20ECOLOGICA%20DEL%20LIMON.pdf)

Gobierno del Estado de Colima. 2005. Paquetes Tecnológicos Para Cultivos Agrícolas, en el Estado de Colima. Secretaría de Desarrollo Rural. (en línea) Consultado 29 de marzo 2015. Disponible en: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:http://www.Campo.colima.gob.mx/sitiosproducto/coelimon/Documentos/paqueteLIMON.pdf>

Gómez, A. 2001. Relaciones entre patrón e injerto en frutales. 23p. Consultado 23 de dic. 2015. Disponible en: <http://www.lamolina.edu.pe/agronomia/dhorticultura/html/propagación/reprodasexual/cchipana.doc>

Gómez, J. y Reig, E. 2013. La sostenibilidad de la agricultura española. Serie Sostenibilidad 03 Cap. IV. Nuevos métodos cuantitativos para el análisis de la sostenibilidad. Evaluación de la sostenibilidad agraria a través de indicadores e índices. p. 335 – 370. Consultado 6 ene. 2016. Disponible en: <http://www.publicacionescajamar.es/pdf/series-tematicas/sostenibilidad/la-sostenibilidad-de-la-agricultura.pdf>

Hammond, A.; Adriaanse, A.; Rodenburg, E.; Bryant, D.; Oodward, R. 1995. Environmental Indicators: A Systematic Approach to Measuring and Reporting on Environmental Policy Performance in the Context of Sustainable Development. World Resources Institute. 58p. Consultado 22 dic. 2015. Disponible en: [http://pdf.wri.org/environmentalindicators\\_bw.pdf](http://pdf.wri.org/environmentalindicators_bw.pdf)

Herzog, L. 2012. Sostenibilidad de la caficultura de conilon en el ámbito de la Agricultura familiar del Estado de Espírito Santo, Brasil. Tesis maestría en Agroecología. Universidad Internacional de Andalucía. UNIA, Brasil. 82p.

Instituto Nacional de investigaciones, forestales, Agrícolas y Pecuarias 2000. Tecnología para Producir limón Persa. Libro Técnico Num.8. Veracruz, México.

Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias – INIAP. 2002. Estación Experimental Portoviejo. Sección Entomología. Informe técnico anual. Consultado 3 sep. 2015. Disponible en: <http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/1215/1/INFORME%20ANUAL%20ENTOMOLOGIA%202002.pdf>

Instituto Nacional Autónomo De Investigaciones Agropecuarias - INIAP. 1992. Climas, Suelos, Nutrición y Fertilización de Cultivos en el Litoral Ecuatoriano. Pichilingue, EC. Manual Técnico No. 26:15

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos - INEC. 2002. III Censo Nacional Agropecuario. Resultados Nacionales y Provinciales. MAGAP. Quito, Ecuador. 1: 255p.

Instituto Nacional de estadísticas y Censo – INEC. 2010. IV Censo población y vivienda. Fascículo Provincial Santa Elena. Consultado 6 de ene. 2015. Disponible en: [www.inec.gob.ec](http://www.inec.gob.ec)

Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos - INEC. 2011. VIII Censo de Población y el VI de Vivienda. Consultado 8 ene.2015. Disponible en: portal [www.inec.gob.ec](http://www.inec.gob.ec).

Instituto Nacional de Estadísticas y Censo - INEC. 2015. Serie Histórica de la Canasta Familiar Vital Nacional – Abril 2015. Consultado 23 mayo. 2015. Disponible en: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/canasta/>

Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología – INAMHI. 2014. Cambio Climático. Detección de cambio climático en el Ecuador. Consultado 10 feb.2015. Disponible en: <http://www.inamhi.gob.ec/index.php/clima/boletines/anual>.

Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología – INAMHI. 2015. Datos meteorológico del año 2015. Consultado en el mismo centro de investigación.

Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias – IVIA. 2010. Gestión Integrada de Plagas y Enfermedades en Cítricos. Consultado 9 de nov.2015. Disponible en: <http://gipcitricos.ivia.es/area/plagas-principales/moscas-blancas/mosca-blanca-algodonosa>.

Koo, R.; Young, T.; Reese, R.; Kesterson, J. 1974. Effect of nitrogen, potassium and irrigation on yield and quality of lemon. J Am Soc Hort Sci. 99(4):289-291.

Legaz, F; Serna, M; Ferrer, P; Millo, P. 1995. Análisis de hojas, suelos y aguas para el diagnóstico nutricional de plantaciones de cítricos. Procedimiento de toma de muestras. Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias. Servicio de transferencia de tecnología. Valencia, España. 27p.

Lefroy, R., Bechstedt, D. y Rais, M. 2000. Indicators for sustainable land management based on farmer survey in Vietnam, Indonesia and Thailand. *Agriculture, Ecosystem and Environment* 81(1):137-146

López, S.; Masera, O.; Astier, M. 2002. Evaluando la sostenibilidad de los sistemas agrícolas integrados. Marco MESMIS. Mundi – Prensa. México.

Loli, O. 2011. Guía Técnica. Curso – Taller “Fertilización de Cítricos” “Jornada de Capacitación UNALM – AGROBANCO. 30p. Consultado 12 ene. 2016. Disponible en: [http://www.agrobanco.com.pe/pdfs/CapacitacionesProductores/Citricos/FERTILIZACION\\_DE\\_CITRICOS.pdf](http://www.agrobanco.com.pe/pdfs/CapacitacionesProductores/Citricos/FERTILIZACION_DE_CITRICOS.pdf)

Llumillanqui, J. 2010. Estudio de factibilidad para la creación de una empresa dedicada a la producción de limón Tahití ubicado en la provincia de Pichincha, sector Valle de los Chillos Barrio Fajardo. Tesis Ing. Comercial. Universidad Politécnica Salesiana. Quito. Ecuador. 186 p.

Machado, H. y Campos, M. 2008. Reflexiones acerca de los ecosistemas agrícolas y la necesidad de su conservación. *Pastos y Forrajes* 31 (4): 307- 320.

Masera, O.; Astier, M.; López, M. 2000. El marco de evaluación del MESMIS: Sustentabilidad y sistemas campesinos. Cinco experiencias de evaluación en México Rural. 346 pag.

Masera, O.; Astier, M.; López, M. 1999. Sustentabilidad y Manejo de recursos naturales: El Marco de la evaluación MESMIS. Mundi, Prensa, México.

Márquez, F. y Julca, A. 2015. Indicadores para evaluar la sustentabilidad en fincas cafetaleras en Quillabamba. *Saber & Hacer* 2(1): 128- 137.

Malagón, R; Prager, M. 2001. El enfoque de sistemas: Una opción para el análisis de las unidades de producción agrícola. Palmira. Colombia. Universidad Nacional de Colombia. 190p.

Mena, P. 2011. Ecuador: Familias más pequeñas pero más fuerza laboral. Consultado 15 jul. 2015. Disponible en: [http://www.bbc.com/mundo/noticias/2011/09/110911\\_ecuador\\_resultados\\_censo\\_jrg.shtml](http://www.bbc.com/mundo/noticias/2011/09/110911_ecuador_resultados_censo_jrg.shtml)

Ministerio de Agricultura Ganadería Acuicultura y Pesca - MAGAP. 2015. Precios de Productos. Sistema de Información Nacional de Agricultura. Consultado 19 de feb. 2016. Disponible en: <http://sinagap.magap.gob.ec/Sina/paginasInfocentros/InfoProductor.aspx>

Michell, G.; May, A.; McDonald, A. 1995. PICABUE: A methodological framework for the development of indicators of sustainable development. *Int.J. Sustain. Dev. World Ecol.* 2: 104-123p.

Moreno, V. 2010. La agricultura sustentable. Consultado el 2 oct. 2014. Disponible en: <http://agriculturasustentableysostenible.blogspot.com/2011/04/es-la-actividadagropecuaria-que-se.html>.

Molina, E. y Morales. 1999. Nutrición y Fertilización de la Naranja. *Informaciones Agronómicas No. 40*. Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica 8 p.

Mckeown, R. 2002. Manual de Educación para el Desarrollo Sostenible. Centro de Energía, Medio Ambiente y Recursos. Universidad de Tennessee. Consultado 2 sep. 2014. Disponible en: [http://www.esdtoolkit.org/Manual\\_EDS\\_esp01.pdf](http://www.esdtoolkit.org/Manual_EDS_esp01.pdf)

Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria – OIRSA. 1999. Manual Técnico Buenas Prácticas del cultivo del limón pérsico. 47pp. Consultado 2 de ago.2015. Disponible en: <http://www.oirsa.org/aplicaciones/subidoarchivos/bibliotecavirtual/manuallimonpersico.pdf>

Palomeque, M. 2016. Sustentabilidad de Sistemas agrícola de limón (*Citrus aurantifolia* C.), Cacao (*Theobroma cacao* L.) y Bambú (*Guadua angustifolia* K.) en Portoviejo, Ecuador. Tesis PhD en Agr. Sustentable. Lima, Perú, Universidad Nacional Agraria La Molina, UNALM. 120p.

Pérez, A. (1997). Economía y medio ambiente, en Ballesteros, J. y Pérez Adán, J. (eds.). *Sociedad y Medio ambiente*. Madrid: Trotta.

Pérez, O. 2002. Evaluación de mejoradores del suelo en limón mexicano. *Terra Latinoamericana*. 20 (003): 337-346p.

Pierre, N. 2001. El proceso histórico y teórico que conduce a la propuesta del desarrollo sustentable. En ¿Sustentabilidad? Desacuerdo sobre el desarrollo sustentable. Montevideo, Uruguay. p. 27-80.

Pi Baldo, A. 2012. Metodología para caracterizar participativamente fincas y comunidades en proceso de transición agroecológica. (En línea). ECO portal Net. Consultado 20 jun. 2015. Disponible en: [http://www.ecoportald.net/Temas-Especiales/Desarrollo-Sustentable/Methodologia\\_para\\_caracterizar\\_participativamente\\_fincas\\_y\\_comunidades\\_en\\_proceso\\_de\\_transicion\\_agroecologica](http://www.ecoportald.net/Temas-Especiales/Desarrollo-Sustentable/Methodologia_para_caracterizar_participativamente_fincas_y_comunidades_en_proceso_de_transicion_agroecologica)

Puentes, C. 2006. Determinación de las características físicas y químicas del limón sutil (*Citrus aurantifolia* Swingle). Ibarra, Ecuador. Universidad Técnica del Norte. 92p.

Proyecto Integral de Desarrollo Agrícola Ambiental y Social de Forma Sostenible en el Ecuador - PIDAASSE. 2011. Resultados Proyecto PIDAASSE, 2010-2011.

Reyes-Sánchez, L. 2005. El Suelo como Recurso para la Enseñanza de las Ciencias. Aporte de la química verde a la construcción de una ciencia socialmente responsable. Disponible en: [http://www.quimicageneralpapimeunam.org.mx/ Acceso\\_alumnos\\_archivos/QUIMICA-SOCI ALMENTE-RESPONSABLE.pdf](http://www.quimicageneralpapimeunam.org.mx/ Acceso_alumnos_archivos/QUIMICA-SOCI ALMENTE-RESPONSABLE.pdf)

Reina, J. 2016. Sustentabilidad de los sistemas Agropecuarios en la zona del proyecto de riego Carrizal-Chone Etapa I (Manabí, Ecuador). Tesis PhD en Agricultura Sustentable. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. Perú. 138 p.

Roming DE., Garrlynd,MJ., Harris RF. 1996. Farmer base assessment of soil quality. Methods for assessing soil quality, SSSA Special Publication. Soil Science Society of America, Inc. Madison, Wisconsin, USA.

Rodríguez, F. 1992. Fertilizantes; Nutrición vegetal. AGT. Editor S.A. México, D.F. Pp. 47-135.

Rodríguez, M. 2002. Cultivo de limón Pérsico. Guía Técnica. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal – CENTA. La Libertad, El Salvador. 34p. Consultado 9 de jun.2015. Disponible en: <http://www.agromovil.org/index.php/documentos/guias-tecnicas/frutales/51--43 / file>

Rodríguez, P. 2015. Boletín semanal de precios y volúmenes de frutas y hortalizas en mercados mayoristas del país. Publicación de la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA) del Ministerio de Agricultura, Gobierno de Chile. Consultado 22 de mayo 2015. Disponible en: [www.odepa.gob.cl](http://www.odepa.gob.cl)

Rendón, A. 1992. Enfermedades Fungosas de los Cítricos. FONAIAP. Revista Técnica. DIVULGA No. 39. Consultado 26 ago.2015. Disponible en: [http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas\\_tec/FonaiapDivulga/fd39/texto/enfermedades.htm](http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_tec/FonaiapDivulga/fd39/texto/enfermedades.htm)

Ruiz, J.; Medina, G.; González, I.; Flores, H.; Ramírez G.; Ortiz, C.; Byerly, K.; Martínez, R. 2013. Requerimientos Agroecológicos de Cultivos. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Libro Técnico No 3: 578p.

SAGARPA 2014. Dirección general adjunta de planeación estratégica, análisis sectorial y tecnologías de información. México: Panorama del limón. Consultado 2 dic. 2015. Disponible en: <http://www.uv.mx/veracruz/uvca366-agronegocios-sustentables/files/2013/12/Corona-Monografia-julio2015.pdf>

Sarandón, S. 2002. El desarrollo y usos de indicadores para evaluarla sustentabilidad de los agroecosistemas. En: Agroecología, el camino hacia una agricultura sustentable. Ed. Científicas Americanas. Capítulo 20. p 393-414.

Sarandón, S.; Zuluaga, S.; Cieza, R.; Gómez, C.; Janjetic L. & Negrete, E. 2006. Evaluación de la sustentabilidad de sistemas agrícolas de fincas en Misiones Argentina mediante el uso de indicadores. Revista Agroecología 1: 19 – 28p.

Sarandón S. & Flores C.C. 2009. Evaluación de la sustentabilidad en agroecosistemas: una propuesta metodológica. Agroecología 4:19-28p.

Saavedra, E; Cárdenas, J. 2012. Diagnóstico del clima de negocios para el desarrollo local de la provincia de Santa Elena. Tesis Mag. Sc. Gobernabilidad y Gerencia Política. Guayas, Ecuador. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. 215p.

Salazar, R. 2012. Caracterización de sistemas agroecológicos para el establecimiento comercial de cacao orgánico (*Theobroma cacao*) en Talamanca. Revista Tecnología en Marcha. 25 (5): 45-54p.

Salcedo, S.; Guzmán, L. 2014. Agricultura Familiar en América Latina y el Caribe. Recomendaciones de Política. Santiago de Chile. 486p.

Sánchez, U. y Arbey, A. 2010. Manual de Redacción Académica e Investigativa. Instrumento para la caracterización de experiencias. Medellín, Fundación Universitaria Católica del Norte. 226p.

Santistevan, M. 2013. Sustentabilidad de las Fincas Cafetaleras En Jipijapa Manabí, Ecuador. Tesis Mg. Sc. en Agricultura Sustentable. Lima. Perú. UNALM. 117p.

Santistevan, M., A. Julca, y S. Helfgott. 2015. Caracterización de las fincas productoras del cultivo limón en las localidades de Manglaralto y Colonche (Santa Elena, Ecuador). Revista Científica y Tecnológica UPSE. III (1): 133-142

Sayers, J.; Hamblin, A.; Pushparajah, E. 1994. Development of Indicators and Thresholds for the Evaluation of Sustainable Land Management. In: World Congress of Soil Science. Acapulco. México: INEGI/CAN. 6: 398 – 409p

SICA. 2002. III Censo Nacional Agropecuario. Resultados Nacionales. Incluye Resúmenes Provinciales. Disponible en: <http://www.sica.gov>.

Solís, L; Tomalá, M. 2010. Efecto de NPK en la Producción de *Citrus Aurantifolia Swingle* V. Sutil en la Zona de Sinchal - Barcelona, Cantón Santa Elena- Ecuador. Tesis Ing. Ag. Santa Elena, EC.. Universidad Estatal Península De Santa Elena. UPSE. 108p.

Soluciones Ambientales Totales – SAMBITO. 2014. Estudio De Impacto Ambiental. Aspectos Demográficos. Disponibles en: <https://maesantaelena.files.wordpress.com/2014/08/borrador-eia-preliminar-05-2014-grand-bay.pdf>

Scheaffer, R.; Mendenhall, W. y Ott, L. 1987. Elementos de muestreo. Traducido por G. Rondón S. y J. Gómez A. Grupo Editorial Iberoamericana S.A. de C. V. México D.F. 321pp.

Strauss, A; Corbin J. 2002. Bases de la investigación cualitativa. Técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada. Medellín: Universidad de Antioquia

Taco, C. 2012. Producción de limón en Ecuador. Cuatro variedades de limón están en cosecha. Consultado 10 jul 2015. Disponible en <http://produlemon.blogspot.com/>

Taylor, S. y Bogdan, R. 1992. La observación participante; preparación del trabajo de campo. En: Introducción a los métodos cualitativos de investigación. Barcelona: Paidós, pp. 31-99.

Torrez, Arias. G; 2006. Manual de interpretación de análisis de suelo y foliares para la nutrición de limón, aguacate, cocotero y marañón. (MAG-FRUTAL-ES). Santa Tecla, La Libertad. 22-38p.

Tuxil, J; Nabhan, G. P. 1998. Plantas, Comunidades y Áreas Protegidas. Una guía para el manejo in situ. Manuales de Conservación de la Serie “Pueblos y Plantas”, Editorial Nordan-Comunidad, Montevideo, Uruguay. 227p.

Tuesta, O.; Julca, A.; Borjas, R.; Rodríguez, P. y Santistevan, M. 2014. Tipología de fincas cacaoteras en la subcuenca media del río Huayabamba, distrito de Huicungo (San Martín, Perú). *Ecología Aplicada* 13(2): 71-78p.

Unidad Técnica de Estudios para la Industria - UTEPI, 2006. Lima y Limón. Estudio Agroindustrial en el Ecuador. Competitividad de la cadena de valor y perspectiva de Mercado. 81p. Consultado 29 oct. 2015. Disponible en: [https://www.Unido.org/fileadmin/user\\_media/Publications/Pub\\_free/Lima\\_y\\_limon\\_estudio\\_agroindustrial\\_en\\_el\\_Ecuador](https://www.Unido.org/fileadmin/user_media/Publications/Pub_free/Lima_y_limon_estudio_agroindustrial_en_el_Ecuador)

URBINA, V. 2001. Morfología y desarrollo vegetativo de los frutales. Monografías de fruticultura: N° 5. Edit. Paperkite. Lleida – España 213p. Consultado 2 ago. 2014. Disponible en: <http://ocw.udl.cat/enginyeria-i-arquitectura/fruticultura/continguts-1/1-5/n.o-5-monografias-de-fruticultura-v.-urbina-web-udl>

Vanegas, M. 2002. Guía Técnica Cultivo del Limón Pésico. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura - IICA. Pag.46. Consultado 22 de mayo 2015. Disponible en: <http://repiica.iica.int/docs/B0217e/B0217e.pdf>

Vegas, U. y Narrea, M. 2011. Manejo integrado del cultivo de limón. Jornada de Capacitación” UNALM – AGROBANCO. Sullana, Piura. 43p.

Velázquez, A. 2015. Observatorio de precios. El limón, aumentos cíclicos en su precio en los primeros tres meses del año desde 2000 hasta 2001 (en línea). Consultado 12 de feb. 2015. Disponible en: <http://observatoriodeprecios.com.mx/index.php/precios->

productos/productosagropecuarios/limon/2186-sube-el-precio-del-limon-en-el-primer-trimestre-de-201

# ANEXOS

**Cuadro 1A.** Encuesta para caracterizar el cultivo de limón en Santa Elena, Ecuador.

**I.- Caracterización de las fincas productoras de limón**

<b>I. Datos Generales</b>		
Nombre del responsable de la encuesta:		
Nombre y Apellido del agricultor/a:		
Nombre del Lugar:	Cantón	Parroquia Recinto
<b>II. Aspecto Socio – Económico Del Agricultor</b>		
1.- Sexo del responsable de la parcela Hombre ( ) Mujer ( )		
2.- Edad del entrevistado		
3.- Nivel de instrucción del responsable de la parcela	Ninguno	
	Inicial	
	Primaria	
	Secundaria	
	Técnico	
	Universitario Maestría	
4.- Donde reside el responsable de la parcela:		
5.- Números de personas que viven en el hogar		
6.- cuenta con posta médica en la localidad Si ( ) No ( )		
7.- indique si el o los médicos están permanente en la pasto medica :		
8.- En su pueblo usted tiene: Escuela ( ) Colegio ( )		
9. -E n su casa usted tiene: Agua potable ( ) Luz ( ) Desagüe ( ) teléfono convencional ( ) celular ( )		
10.- Vivienda	Casa de hormigón	
	Casa mixta	
	Casa de madera	
	Casa de caña	
	No posee	
11.- Cuanto es el ingreso mensual del agricultor en dólares. \$		
12.- Cría Animales: si ( ) no ( )		
13.- Tipo de animales.	Vacunos	
	Porcinos	
	Caprino	
	Aves de corral	
	Otros	
14.- Medio de comunicación e información que suele utilizar	Televisor	
	Radio	
	Teléfono	
	Celular	
	Periódico	
	Folletos Internet	
15.- Cuenta con movilidad en la zona SI ( ) NO ( )		
Si contesta si... cual es la frecuencia		
16.- Participa o pertenece en organización: SI ( ) NO ( )		
17.-Cual es la organización a la que participa o pertenece :	Productores	
	Deportiva	
	Religiosa	
	Del Estado	

18.- Actividad a la que se dedica la familia	Agricultura Ganadería Comercialización Artesanía Turismo Otros		
19.- Ha recibido capacitación	Si ( )	No ( )	
20.- De quien recibe capacitación	MAGAP ONG Asociación de productores Otros		
<b>III. Aspecto Socio – Económico de la finca</b>			
21.- Tiene título de propiedad	Si ( )	No ( )	
22.- Numero de Hectárea del predio			
23.- Que tipos de cultivos tiene:	Perenne ( )	Anuales ( )	
24.- Que cultivos tiene nómbrelos :			
25.- cultiva limón	SI ( )	NO ( )	
26.- Que variedad de limón posee ( ) ( ) ( )			
27.- Que patrón utiliza: ( ) ( ) ( ) ( )			
28.- Área total cultivadas de Limón			
29.- Rendimiento total del cultivo del limón número de saco por Hectrea			
30.- como vende el producto:	por ciento ( )	por saco ( )	
31.- clasifica el producto para la venta	SI ( )	NO ( )	
32.- Precio al que vende el fruto de limón	por ciento ( )	por saco ( )	
33.- Posee otro tipo de cultivo:	SI ( )	NO ( )	
34.- nombre los otros cultivos:			
35.- cual es el áreas cultivada de los otros cultivos			
36.- cuanto tipos de cultivo saca a la venta			
37.- Rendimiento total de los cultivos que no son limón, si es que posee	Kg.		
	Cajas		
	Sacos		
	Atado		
	Otros		
38.- A quienes vende los productos que no sean Limón	Comerciante		
	Al mercado Santa Elena		
	Al mercado de Guayaquil		
	En la finca		
39.- Posee arboles maderables	Si ( )	No ( )	
40.- Que tipo de árboles posee (menciónelos )			
41.- Cuanto le cuesta mantener una hectárea del cultivo limón			
42.- Usted vende el producto de limón en:	La finca		
	Mercado local		
	En el mercado de Santa Elena		
	En el mercado de Guayaquil		
	Otros		
43.- precio del limón en la última cosecha en \$ por ciento ( ) por saco ( )			
44.- Cuantas personas trabajan en la finca (incluido usted)			
45.- Utiliza jornalero	Si ( )	No ( )	
46.- Numero de jornaleros que trabajan en la finca incluido Ud.			
47.- Costo del jornal en \$.			
48.- Tenencia de la tierra	Alquila		
	Propia		

		Herencia	
<b>IV Factores Ambientales del Predio</b>			
49.- cuenta con agua de riego durante todo el año		Si ( )	No ( )
50.- Cual es la fuente de abastecimiento del agua:		Lluvia	
		Pozo	
		Rio	
		Sistema de riego	
51.- Que tipo de agricultura realiza		Convencional ( )	Orgánica ( )
52.- Utiliza Abono químico para la fertilización		Si ( )	No ( )
53.- en su cultivo usted utiliza: fungicida ( ) insecticida ( ) Acaricida ( ) otros ( )			
54.- Del total de su producción del cultivo de limón necesita productos químicos %			
55.- mantiene siempre la finca cubierta con malezas		Si ( )	NO ( )
56.- Realiza quema de rastrojo de maleza		Si ( )	No ( )
57.- Realiza aplicación de materia orgánica		Si ( )	No ( )
58.- Posee cultivo asociado		Si ( )	No ( )
59.- cual es el criterio para asociar los cultivos			
60.- Realiza control biológico:		Si ( )	No ( )
61.- Si la respuesta es SI, mencione con que:			
62.- Cual es el problema de mayor importancia para Ud. Durante la campaña agrícola del Limón		Plaga	
		Enfermedades	
		Maleza	
		Insuficiencia de abono	
		Sequías	
		Otros	
63.- Posee pendiente en su finca		Si ( )	No ( )
64.- Cual es la orienta los surcos que posee.		Curvas de nivel o terrazas	
		perpendiculares a la pendiente	
		orientados 60° con respecto a la pendiente	
		orientados a 30° con respecto a la pendiente	
		Paralelos a la pendiente	

**Cuadro 2A.** Encuesta para evaluar la sustentabilidad de las fincas productoras de limón en Santa Elena, Ecuador

**II.- Evaluación de las fincas productoras de limón**

<b>2.1. Indicador para la Dimensión Económica</b>		
<b>a) Rentabilidad de la finca</b>		
a.1. Productividad= Rendimiento (T/ha):	más de 20 t/ha	4
	15- 20 t/ha	3
	11 a 14 t/ha	2
	9 a 10 t/ha	1
	menos de 9 t/ha	0
a.2. Calidad física del limón.	más de 60 mm	4
	60mm a 50 mm	3
	49 mm a 45 mm	2
	44 mm a 40mm	1
	menos de 40 mm	0
a.3. Incidencia de plagas y enfermedades	menos de 5%	4
	6 a 10%	3
	11 a 112	2
	de 15 a 15	1
	Más de 15%.	0
a. 4. Uso de patrón para el limón sutil	100 % de las plantas usa el patrón cleopatra	4
	75 % de las plantas usa patrón cleopatra	3
	50 % de las plantas usa patrón cleopatra	2
	25 % de las plantas usa patrón cleopatra	1
	Menos del 25 % de las plantas usa patrón cleopatra.	0
a. 5. Densidad de plantación por Hectárea	posee 340 a 350 plantas/ha	4
	posee 330 a 339 plantas/ha;	3
	posee 329 a 320 plantas/ ha	2
	319 a 310 plantas/ ha	1
	menos de 309 plantas/ ha	0
<b>B-Ingreso neto mensual por grupo.</b>	Más de \$. 610	4
	600 - 550 \$	3
	549 – 500 \$	2
	499 – 450 \$	1
	Menos de 450 \$	0
<b>C) Riesgo económicos.</b>		
C1- Diversificación en la producción.	mas 4 productos	4
	4 productos	3
	3 productos	2
	2 productos	1
	1 producto.	0
C2. Dependencia de insumos externos	0 a 20% de insumos externos	4
	21 a 40 % de insumos externos	3
	41 a 60% de insumos externos	2
	61 a 80% de insumos externos	1
	81 a 100 % de insumos externos.	0
C2- Número de vías de comercialización para el limón	más de 4 vías de comercialización	4
	3 a 4 vías de comercialización	3
	2 a 3 vías de comercialización	2
	2 vías de comercialización	1
	1 vía de comercialización	0
<b>2.2.- Indicador para la Dimensión Ecológica.</b>		
<b>a) Conservación de la vida de suelo</b>		

a.1- Manejo de la cobertura vegetal	100% de cobertura	4
	99 a 75 % de cobertura	3
	74 a 50 % de cobertura	2
	50 a 25 % de cobertura	1
	< 25 % de cobertura	0
a.2.- Diversificación de cultivos.	Establecimiento totalmente diversificado, con asociaciones de cultivos y con vegetación natural	4
	Alta diversificación de cultivos, con asociación media entre ellos	3
	Diversificación media, con muy bajo nivel de asociación entre ellos	2
	Poca diversificación de cultivos, sin asociaciones	1
	Monocultivo.	0
<b>b) Riesgo de erosión.</b>		
b.1- Pendiente predominante.	del 0 al 5 %	4
	del 6 al 15 %	3
	del 16 al 30 %	2
	del 30 al 45 %	1
	mayor al 45 %	0
b.2- Conservación de suelos.	Curvas de nivel o terrazas	4
	Barreras vivas y muertas	3
	Barreras muertas	2
	Hileras de plantas en tresbolillo orientados a la pendiente.	1
	Hileras de plantas paralelas a la pendiente, sin ninguna barrera.	0
<b>C) Manejo de la Biodiversidad</b>		
c. 1- Área de zonas de conservación.	mayor a 1 ha	4
	Desde 0.50 ha	3
	0.25 ha	2
	Menos 0.25 ha	1
	No tiene ningún área de conservación	0
<b>2.3.- Indicador para la Dimensión Socio-Cultural</b>		
<b>a) Satisfacción de las necesidades básicas</b>		
a.1- Vivienda	Hormigón	4
	Mixta	3
	Madera	2
	Caña	1
	No posee casa propia	0
a.2- Acceso a la educación.	Acceso a educación superior y/ o cursos de capacitación	4
	Acceso a escuela secundaria	3
	Acceso a la escuela primaria y secundaria con restricciones	2
	Acceso a la escuela primaria	1
	Sin acceso a la educación.	0
a.3- Acceso a salud y cobertura sanitaria	Centro sanitario con médicos Permanentes e infraestructura adecuada	4
	Centro sanitario con personal temporario medianamente equipado	3
	Centro sanitario mal equipado y	2

	personal temporario	
	Centro sanitario mal equipado y sin personal idóneo	1
	Sin centro sanitario	0
a.4- Servicios Básicos	Instalación de agua, luz, aguas servidas y teléfono.	4
	Instalación de agua y luz	3
	Instalación de luz y agua de pozo	2
	Sin instalación de luz y agua de pozo	1
	Sin luz y sin fuente de agua cercana.	0
<b>B- Integración social</b>		
b- Integración social	Muy alta	4
	Alta	3
	Media	2
	Baja	1
	nula	0
<b>C- Conocimiento y Conciencia Ecológica</b>		
C - Conocimiento y Conciencia Ecológica	Concibe la ecología desde una visión amplia, más allá de su finca y conoce sus fundamentos	4
	Tiene un conocimiento de la ecología desde su práctica cotidiana. Sus conocimientos se reducen a la finca con el no uso de agroquímicos más prácticas conservacionistas	3
	Tiene sólo una visión parcializada de la ecología. Tiene la sensación que algunas prácticas pueden estar perjudicando al medio ambiente.	2
	No presenta un conocimiento ecológico ni percibe las consecuencias que pueden ocasionar algunas prácticas. Pero utiliza prácticas de bajos insumos.	1
	Sin ningún tipo de conciencia ecológica. Realiza una práctica agresiva al medio por causa de este desconocimiento	0

**Cuadro 3A.** Temperatura, humedad relativa y precipitación, de Manglaralto año 2015

Meses	Datos Meteorológicos 2015				
	Temperatura (°c)	Humedad relativa HR (%)	Tención de vapor del agua (TV)	Punto del Rocío (PR)	Precipitación (mm)
Enero	25.87	90.00	31.20	24.80	4.38
Febrero	26.91	90.00	33.10	25.70	8.88
Marzo	27.50	88.00	34.00	26.20	19.70
Abril	27.70	87.00	34.00	26.20	24.36
Mayo	27.34	85.00	32.80	25.60	3.24
Junio	27.07	87.00	32.90	25.60	0.6
Julio	27.69	61.00	26.80	22.30	4.00
Agosto	24.36	83.00	27.10	22.40	0.54
Septiembre	24.95	93.00	30.10	24.20	1.21
Octubre	23.70	86.00	27.90	22.90	0.32
Noviembre	24.73	88.00	28.60	23.30	256
Diciembre	28.04	68.00	29.50	23.80	202

FUENTE: CENAIM - ESPOL San Pedro, 2015

**Cuadro 4A** Informe de las características climatológicas de Santa Elena 2014

	Datos Meteorológicos 2015				
	Temperaturas			Precipitación/mm	Humedad relativa %
	max	min	media		
Enero	28.2	23.1	25.7	0.5	78
Febrero	29.4	24.4	26.2	0	80.3
Marzo	29.7	24.4	26.5	0	82.3
Abril	30	25.4	27.5	19.81	77.7
Mayo	29.8	25.3	27	2.03	80
Junio	28.3	23.8	25.9	0	79.6
Julio	27.4	23.3	24.9	0.25	80.2
Agosto	25.2	21.7	23	0	82
Septiembre	26.8	22.3	24.3	0.76	80.1
Octubre	26.4	23	24.2	0.25	81.5
Noviembre	27	22.9	24.6	0.25	80
diciembre	29	24.8	26.4	0	78.4

**Cuadro 5A.** Indicadores para evaluar la Dimensión Económica (IK) para medir la sustentabilidad del de las fincas productoras de limón en Santa Elena, Ecuador.

agricultores	a) Rentabilidad De La Finca					B. Ingreso Neto Mensual	C) Riesgos Económicos			Dimensión Económica (IK)		
	a .1)	a .2)	a. 3)	a. 4)	a.5)	B. 1	c.1)	c.2)	c.3		SI	NO
1	3	3	2	4	4	0	0	0	1	1.7		1
2	3	3	1	2	3	1	2	1	0	2.2	1	
3	3	1	0	4	2	2	2	0	0	2.3	1	
4	1	2	1	2	0	0	0	2	0	0.8		1
5	1	3	0	4	3	0	0	1	1	1.0		1
6	2	4	0	4	4	0	1	1	0	1.6		1
7	1	4	4	4	2	0	3	4	0	1.3		1
8	2	0	0	4	2	0	1	0	0	0.9		1
9	3	3	3	4	3	0	1	3	0	1.9		1
10	2	3	1	3	0	0	0	2	0	1.1		1
11	3	2	1	4	3	0	1	1	0	1.5		1
12	2	0	0	4	2	0	2	0	0	1.2		1
13	0	0	1	4	1	4	0	1	0	1.7		1
14	0	2	4	4	4	0	0	4	2	1.6		1
15	1	1	0	4	4	0	0	0	0	1.0		1
16	1	2	0	4	0	2	0	0	0	1.2		1
17	0	0	0	4	4	0	0	0	0	0.8		1
18	0	3	3	4	0	0	0	3	0	1.3		1
19	0	3	2	4	3	0	0	2	0	1.4		1
20	0	2	4	4	0	0	0	3	1	1.3		1
21	1	3	3	4	0	0	0	3	0	0.7		1
22	1	3	3	4	0	0	0	3	0	0.7		1
23	0	1	4	4	0	0	0	3	0	1.2		1
24	0	2	0	2	2	0	0	0	0	0.6		1
25	0	3	0	2	0	0	0	0	1	0.6		1
26	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0.3		1
27	2	3	0	3	4	2	1	0	0	1.89		1
28	3	0	0	2	0	0	0	0	1	0.6		1
29	2	0	0	2	3	1	0	0	0	1.0		1
30	3	3	0	2	3	0	0	0	1	1.2		1
31	2	1	0	2	1	0	0	0	0	0.6		1
32	0	4	0	2	0	0	0	0	0	0.6		1
33	0	4	0	2	0	0	0	0	0	0.6		1
34	2	0	0	2	2	0	0	0	1	0.7		1
35	0	3	4	2	2	0	0	4	0	1.4		1
36	0	4	0	2	4	0	0	0	1	1.1		1
37	3	4	4	4	3	2	1	3	2	2.8		1
38	2	0	0	4	2	0	2	1	1	1.1		1
39	1	1	0	4	0	2	2	1	1	0.7		1
40	1	3	0	4	3	4	2	1	1	2.4	1	
41	1	0	0	2	0	0	1	3	0	0.5		1
42	2	2	0	4	1	0	1	0	0	1.0		1
43	1	1	0	4	0	0	2	0	1	0.9		1
44	2	3	0	3	4	4	1	0	0	2.3	1	
45	1	3	0	2	3	4	1	0	0	2.0	1	

46	2	1	0	4	1	2	2	0	0	1.5		1
47	3	4	0	4	2	0	1	1	0	1.5		1
48	3	1	0	4	3	0	0	4	0	1.4		1
49	1	0	0	4	2	0	1	1	0	0.9		1
50	1	3	0	4	4	0	1	0	0	1.3		1
51	0	1	0	4	0	0	2	0	0	0.7		1
52	2	3	4	4	3	4	0	3	1	2.9	1	
53	3	1	4	4	3	4	2	3	0	2.8	1	
54	3	3	3	4	4	4	3	2	3	3.2		1
55	3	2	0	2	1	0	0	0	2	1.0		1
56	3	1	2	4	0	2	2	3	2	2.1	1	
57	0	1	0	2	3	0	2	0	0	0.8		1
58	2	3	0	4	3	3	0	0	3	2.2	1	
59	3	4	1	4	1	2	3	1	2	2.3	1	
60	4	4	0	4	1	4	0	0	1	2.4	1	
61	4	3	2	4	0	0	4	2	0	1.8		1
62	3	4	4	4	3	2	1	3	1	2.7	1	
63	4	4	4	4	3	3	2	4	2	3.3	1	0
64	4	1	4	4	2	0	0	3	1	1.8		1
65	4	3	0	4	2	2	3	1	3	2.4	1	
66	3	0	0	4	3	0	0	3	3	1.5		1
67	3	0	4	4	2	3	1	3	1	2.5	1	
68	4	3	4	4	2	0	0	1	1	2.5	1	
69	3	2	2	4	2	2	0	2	0	2.0	1	
70	0	1	2	4	4	0	0	2	2	1.4		1
71	2	1	4	4	2	2	0	3	2	2.0	1	
72	0	1	4	4	0	0	0	4	1	1.3		1
73	1	3	4	4	4	2	2	4	0	2.6	1	
74	0	0	0	4	0	0	1	0	1	0.6		1
75	2	0	0	4	4	0	1	0	0	1.1		1
76	1	1	0	4	4	0	1	0	1	1.2		1
77	1	4	0	4	4	0	4	0	1	1.7		1
78	0	4	0	4	4	0	2	0	1	1.5		1
79	0	0	2	4	0	0	2	2	1	1.0		1
80	0	2	0	4	0	0	3	0	0	0.9	1	
81	1	3	0	2	3	2	0	0	2	1.6		1
82	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0.4		1
83	0	2	0	2	2	0	1	0	1	0.8		1
Promedios	1.6	1.9	1.1	3.4	2.0	0.8	0.8	1.2	0.7	1.4	20	63
Porcentajes (%)											24.1%	75.9%

**Cuadro 6A.** Indicadores para evaluar la Dimensión ecológica (IE) para medir la sustentabilidad de las fincas productoras de limón en Santa Elena, Ecuador.

agricultores	A) Conservación de la vida del suelo		B) Riesgo De Erosión		C) Manejo de la Biodiversidad	Dimensión ecológica (IE)		
	a.1	a.2	b.1	b.2	c.1		Si	No
1	4	0	3	0	0	1.2		1
2	2	2	4	4	0	2.0	1	
3	2	0	4	4	0	1.7		1
4	0	0	4	4	3	2.3	1	
5	1	0	4	4	0	0.8		1
6	4	3	2	3	3	3.0	1	
7	1	1	4	0	2	1.7		1
8	1	1	2	3	3	2.2	1	
9	0	0	4	4	4	2.7	1	
10	1	0	4	4	3	2.5	1	
11	1	1	2	1	3	1.8		1
12	4	1	3	0	0	1.3		1
13	1	0	4	4	4	1.3		1
14	0	0	4	4	4	2.7	1	
15	4	0	4	4	4	3.3	1	
16	0	0	4	4	0	1.3		1
17	4	0	4	4	4	3.3		
18	0	0	4	4	1	1.7		1
19	0	0	4	4	4	2.7	1	
20	0	0	4	4	3	2.3	1	
21	0	0	4	4	0	1.3		1
22	0	0	1	0	0	0.2		1
23	0	0	4	4	0	1.3		1
24	0	1	4	4	0	1.5		1
25	0	0	4	4	0	1.3		1
26	0	0	4	4	0	1.3		1
27	4	1	4	4	0	2.6		1
28	0	0	4	4	0	1.3		1
29	0	0	4	4	0	1.3		1
30	1	0	4	4	2	3.2	1	
31	0	0	4	4	0	2.0	1	
32	0	0	4	4	0	2.0	1	
33	0	0	4	4	0	2.0	1	
34	2	0	4	4	0	2.0	1	
35	0	0	4	4	0	2.0	1	
36	0	0	4	4	0	2.0	1	
37	2	1	4	4	0	2.2		1
38	4	0	4	4	3	3.0	1	
39	1	0	3	3	3	2.2	1	
40	0	2	4	4	3	2.7	1	
41	1	2	2	3	4	2.7	1	
42	1	1	3	0	3	1.8		1
40	0	2	4	4	3	2.7	1	
43	2	2	3	3	4	3.0	1	
44	4	1	4	4	0	2.2	1	
45	2	1	3	3	4	2.8	1	
46	4	2	2	0	0	1.3		1
47	1	1	4	4	4	2.8	1	
48	1	0	4	4	0	1.5		1
49	1	1	4	4	4	3.0	1	
50	4	1	4	4	4	3.5	1	

51	0	2	4	4	4	3.0	1	
52	2	0	4	4	4	3.0	1	
53	2	0	4	4	1	2.0	1	
54	4	2	4	4	4	3.6	1	
55	3	0	4	0	0	1.2		1
56	4	0	4	0	3	2.3	1	
57	0	0	2	3	4	2.2	1	
58	0	0	2	3	4	2.2	1	
59	2	0	2	1	0	0.8		1
60	4	0	4	4	4	2.7	1	
61	2	0	3	1	0	1.0		1
62	0	1	4	4	0	1.5		1
63	1	0	4	4	0	1.5		1
64	0	0	4	4	1	1.7		1
65	1	0	4	4	0	1.5		1
66	0	0	4	4	0	1.3		1
67	2	1	4	4	0	1.8		1
68	4	0	4	4	0	2.0	1	
69	2	0	4	1	0	1.2		1
70	0	0	4	4	2	2.0	1	
71	0	0	4	0	3	1.7		1
72	0	0	4	4	0	2.0	1	
73	0	0	4	4	0	2.0	1	
74	4	2	4	4	1	2.7	1	
75	4	2	3	0	4	2.8	1	
76	4	1	3	3	4	3.0	1	
77	4	3	4	4	0	2.5	1	
78	4	3	2	3	0	2.0	1	
79	4	2	4	4	4	3.7	1	
80	0	2	3	0	0	0.8		
81	1	1	4	4	0	1.7		1
82	0	2	4	4	2	3.7	1	
83	1	1	4	4	0	3.0	1	
Promedios	1.4	0.6	3.6	3.2	1.6	2.1	48	35
Porcentajes (%)							57.8%	42.2%

**Cuadro 7A.** Indicadores para evaluar la Dimensión Socio Cultural (I.S.C) para medir la sustentabilidad de las fincas productoras de limón en Santa Elena, Ecuador.

agricultores	a) Satisfacción de las necesidades básicas				B) Integración Social	C.) Conocimiento y conciencia ecológico	Dimensión Socio Cultural (I.S.C)		
	a.1	a.2	a.3	a.4	b)	c)	SI	NO	
1	4	3	3	3	2	3	2.9	1	
2	3	3	3	3	2	2	2.5	1	
3	2	3	2	3	0	2	1.9		1
4	4	3	3	3	2	3	2.9	1	
5	4	3	2	3	2	2	2.5	1	
6	3	1	1	3	2	3	2.3	1	
7	3	3	3	3	3	3	3.0	1	
8	4	1	1	3	2	3	2.4	1	
9	3	1	4	3	2	3	2.6	1	
10	4	3	3	3	4	0	2.6	1	
11	3	1	2	3	3	2	2.4	1	
12	2	3	2	3	2	3	2.5	1	
13	4	3	3	2	2	2	2.5	1	
14	4	3	4	4	1	2	2.6	1	
15	4	3	4	2	1	2	2.1	1	
16	4	3	3	2	0	2	2.0	1	
17	4	1	4	4	2	2	2.0	1	
18	4	1	0	2	2	2	1.9		
19	4	1	3	2	1	2	2.0	1	
20	3	1	3	3	0	2	1.8		1
21	4	1	0	1	1	2	0.6		1
22	4	1	0	1	1	2	1.5		1
23	4	1	0	4	0	2	1.6		1
24	4	1	0	1	1	2	1.5		1
25	4	0	3	2	0	2	1.6		1
26	3	0	0	2	0	2	1.1		1
27	4	3	3	3	2	3	3.0		1
28	4	3	3	2	1	2	2.3	1	
29	4	1	0	2	1	2	1.6		1
30	4	3	3	2	1	2	2.3	1	
31	4	1	0	2	1	1	1.4		1
32	4	1	0	2	0	2	1.4		1
33	4	1	0	2	0	2	1.4		1
34	4	1	0	2	1	2	1.6		1
35	3	1	0	2	1	2	1.5		1
36	4	1	0	2	1	2	1.6		1
37	4	3	2	3	2	2	2.7	1	
38	4	3	3	3	2	2	2.6	1	
39	4	3	3	3	3	1	2.6	1	
40	3	3	4	3	2	2	2.6	1	
41	3	1	0	3	2	2	1.9		1
42	4	1	1	3	3	3	2.6	1	
43	3	3	4	3	2	1	2.4	1	
44	4	3	3	3	2	3	2.9	1	
45	4	3	3	3	2	2	2.6	1	

46	4	1	1	3	3	1	2.1	1	
47	4	3	3	3	2	1	2.4	1	
48	4	3	1	3	2	2	1.3		1
49	3	1	2	3	3	1	2.1	1	
50	4	1	3	4	2	2	2.5	1	
51	3	1	0	4	1	2	1.8		1
52	3	1	1	3	2	1	1.8		1
53	3	1	0	3	2	2	1.9		1
54	4	1	4	3	3	3	3.0	1	
55	3	3	2	3	3	2	2.6	1	
56	3	1	1	3	2	2	2.0	1	
57	1	3	3	3	2	1	2.0	1	
58	4	3	3	3	2	1	2.4	1	
59	4	3	3	3	2	2	2.6	1	
60	3	3	0	3	3	1	2.1	1	
61	4	3	2	3	2	1	1.5		1
62	4	1	1	3	2	0	1.6		1
63	4	1	1	3	2	1	1.9		1
64	4	1	2	3	0	2	1.8		1
65	4	1	1	3	0	2	1.6		1
66	4	1	2	3	0	1	1.5		1
67	4	1	1	3	2	2	2.1	1	
68	4	1	1	3	2	2	2.1	1	
69	4	3	4	3	1	1	2.3	1	
70	3	1	0	2	0	2	1.3		1
71	4	1	3	3	0	2	1.9		1
72	4	1	0	2	0	2	1.4		1
73	3	1	0	2	1	4	2.0	1	
74	4	1	4	3	0	1	1.8		1
75	4	3	4	4	2	4	3.4	1	
76	4	3	4	2	2	2	2.6	1	
77	4	1	4	4	0	1	1.9		1
78	3	1	4	3	0	2	1.9		1
79	4	1	4	3	1	3	2.0	1	
80	1	1	0	2	1	1	1.0		1
81	3	1	0	2	1	1	1.3		1
82	4	1	0	2	1	1	1.4		1
83	3	1	0	3	1	1	1.1		1
Promedios	3.6	1.8	1.9	2.7	1.4	1.9	2.0	45	38
Porcentajes (%)								54.2%	45.8%

**Cuadro 8A.** Promedios de la Sustentabilidad de las fincas productoras de limón en Santa Elena, Ecuador.

Agricultor	Indicador Económico (IK)	Indicador Ambiental o Ecológico (IE)	Indicador Socio - Cultural (ISC)	Grado de Sustentabilidad	
				SI	NO
1	1.7	1.2	2.9		No
2	2	2.0	2.5	SI	
3	2.1	2.0	2.0	si	
4	2.0	2.3	2.9	Si	
5	1.0	0.8	2.5		No
6	1.6	3.0	2.3		no
7	2	2.1	3.0	Si	
8	2.0	2.2	2.4	Si	
9	1.9	2.7	2.6		no
10	1.1	2.5	2.6		no
11	2.2	2.0	2.4	Si	
12	1.2	1.3	2.6		no
13	1.7	1.3	2.5		no
14	0.9	2.7	2.6		no
15	1.0	3.3	2.1		no
16	1.2	1.3	2.0		no
17	2.2	3.3	2.0	Si	
18	1.3	1.7	1.9		no
19	1.4	2.7	2.0		no
20	2.3	2.3	2.1	Si	
21	0.7	1.3	0.6		no
22	2.0	2.2	2.3	Si	
23	1.2	1.3	1.6		no
24	0.6	1.5	1.5		no
25	0.6	1.3	1.6		no
26	0.3	1.3	1.1		no
27	2.2	2.3	2.4	Si	
28	2.1	2.5	2.3	Si	
29	1.0	1.3	1.6		no
30	1.2	3.2	2.3		no
31	0.6	2.0	1.4		no
32	2.1	2.0	2.4	Si	
33	0.6	2.0	1.4		no
34	0.7	3.0	1.6		no
35	1.4	2.0	1.5		no
36	1.1	2.0	1.6		no
37	1.8	1.8	2.9		no
38	1.1	3.0	2.6		no
39	0.7	2.2	2.6		no
40	2.4	2.7	2.6	Si	
41	0.5	2.7	1.9		no
42	1.0	1.8	2.6		no
43	2.4	3.0	2.4	si	
44	2.3	2.2	2.9	si	
45	1.8	2.8	2.6		no

46	1.5	1.3	2.1		no
47	1.5	2.8	2.4		no
48	1.4	1.5	1.3		no
49	0.9	3.0	2.1		no
50	2.3	3.5	2.5	Si	
51	0.7	3.0	1.8		no
52	2.9	3.0	2.1	Si	
53	2.7	2.0	1.8		no
54	2.4	2.3	2.8		no
55	0.9	1.2	2.6		no
56	2.1	2.3	2.0	Si	
57	0.7	2.2	2.0		no
58	2.2	2.2	2.4	Si	
59	2.3	0.8	2.6		no
60	2.4	2.6	2.1	Si	
61	1.8	1.0	1.5		no
62	2.7	1.5	1.6		no
63	3.2	1.5	1.8		no
64	1.8	1.6	1.7		no
65	2.4	1.5	1.6		no
66	1.5	1.3	1.5		no
67	2.5	1.8	2.1		no
68	2.5	1.7	2.1		no
69	1.9	1.2	2.3		no
70	1.4	2.0	1.3		no
71	2.0	1.6	1.8		no
72	1.3	2.0	1.3		no
73	2.6	1.9	2.0		no
74	0.6	2.7	1.8		no
75	1.1	2.8	3.4		no
76	1.2	3.2	2.6		no
77	1.7	2.5	1.9		no
78	1.5	2.0	1.9		no
79	1.0	3.7	2.0		no
80	0.9	0.8	1.0		no
81	1.6	1.7	1.3		no
82	0.4	3.7	1.4		no
83	0.8	3.0	1.1		no
				20	63
Porcentajes de fincas sustentables				24,04%	75.9 %

**Cuadro 9A.** Porcentajes de presencias de plagas, en dos zonas Agroecológicas en la producción de *Citrus aurantifolia* S. Colonche, Santa Elena.

Meses	Agosto					Septiembre					Octubre					Noviembre					Diciembre				
	I	II	III	IV	Prom.	I	II	III	IV	Prom.	I	II	III	IV	Prom.	I	II	III	IV	Prom.	I	II	III	Prom.	
Pulgón	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	10	5
Mosca Blanca	10	5	5	0	5	10	10	10	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	10	7
Fumagina	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Acaro	5	5	5	0	4	5	5	5	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**Cuadro 10A.** Porcentajes de presencias de plagas, en dos zonas Agroecológicas en la producción de *Citrus aurantifolia* S. Manglaralto, Santa Elena.

Meses	Agosto					Septiembre					Octubre					Noviembre					Diciembre				
	I	II	III	IV	Prom.	I	II	III	IV	Prom.	I	II	III	IV	Prom.	I	II	III	IV	Prom.	I	II	III	Prom.	
pulgón	10	10	20	20	15	20	30	40	0	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	20	8
mosca blanca	20	20	30	30	25	30	30	40	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	30	13
fumagina	20	20	30	40	28	40	40	50	0	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	50	20
afido	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hormiga	2	5	5	10	6	10	12	15	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	10	10	8

**Cuadro 11A.** Promedios diámetro del fruto, en dos zonas Agroecológicas en la producción de *Citrus aurantifolia* S. Colonche y Manglaralto Santa Elena.

Zonas Agroecológica	Diámetro del fruto de las dos zonas agroecológicas (cm)					
	Bloques	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Zona Colonche	1	3.3	3.5	3.3	3.5	3.8
	2	3.5	3.8	3.5	3.7	3.9
	3	3.6	3.7	3.4	3.4	3.4
	4	3.8	3.6	3.4	3.4	3.3
	5	3.6	3.5	3.5	3.5	3.7
	6	3.4	3.8	3.5	3.8	3.4
	7	3.7	3.7	3.6	3.5	3.6
	8	3.5	3.7	3.5	3.4	3.7
	9	3.8	3.8	3.4	3.5	3.5
	10	3.6	3.6	3.5	3.3	3.3
Promedios		<b>3.6</b>	<b>3.7</b>	<b>3.5</b>	<b>3.5</b>	<b>3.6</b>
Zona Manglaralto	1	2.9	2.9	3.5	3.0	3.1
	2	3.4	2.8	3.1	3.2	3.2
	3	2.6	2.6	2.9	2.9	3.1
	4	2.9	2.9	1.9	3.5	2.5
	5	2.9	2.9	3.0	3.2	0.7
	6	3.0	2.9	2.0	3.3	2.8
	7	2.9	3.3	3.4	3.1	2.9
	8	3.1	3.1	3.2	3.1	2.8
	9	2.6	2.6	3.5	3.4	3.1
	10	2.9	2.8	2.8	3.2	0.7
Promedios		<b>2.9</b>	<b>2.9</b>	<b>2.9</b>	<b>3.2</b>	<b>2.5</b>

**Cuadro 12A.** Promedios peso del fruto, en dos zonas Agroecológicas en la producción de *Citrus aurantifolia* S. Colonche y Manglaralto Santa Elena.

Zonas Agroecológicas	Peso del fruto de las dos zonas agroecológicas (gr)				
	Bloques	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre
Zona Colonche	1	39.8	40.3	40.3	40.0
	2	40.5	49.0	38.0	39.3
	3	37.8	48.3	34.0	43.5
	4	41.8	40.5	42.0	35.8
	5	38.5	48.3	39.5	36.0
	6	37.0	43.0	38.3	35.0
	7	39.5	49.8	33.0	32.8
	8	40.5	50.5	40.8	43.0
	9	46.5	45.0	40.8	32.0
	10	41.8	42.5	43.5	37.5
Promedios		<b>40.4</b>	<b>45.7</b>	<b>39.0</b>	<b>37.5</b>
Zona Manglaralto	1	37.8	37.3	39.0	37.5
	2	33.3	36.3	36.3	35.8
	3	34.5	34.8	30.3	38.0
	4	35.5	37.3	34.0	35.5
	5	36.5	36.8	32.3	37.8
	6	41.5	36.8	32.8	35.8
	7	37.5	35.0	38.8	38.5
	8	36.5	38.0	36.0	33.3
	9	36.3	36.3	36.3	42.8
	10	43.5	40.3	42.3	47.8
Promedios		<b>37.3</b>	<b>36.9</b>	<b>35.8</b>	<b>38.3</b>

**Cuadro 13A.** Promedios rendimientos, en dos zonas Agroecológicas en la producción de *Citrus aurantifolia* S. Colonche y Manglaralto, Santa Elena.

Zonas Agroecológicas	Rendimientos/malla								
	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	sumatoria	Sacos	Kilo/ha	t/ha
Zona Colonche	3	5	12.5	5.5	5	31	161.2	5642	5.642
Zona Manglaralto	6.5	5	7.5	5	3	27	140.4	4914	4.914

**Cuadro 14A.** Porcentajes de presencias de plagas, en las fincas tipos en la producción de *Citrus aurantifolia* S. Colonche y Manglaralto, Santa Elena.

Tratamientos	<b>Presencias de plagas en las 4 fincas tipos (%)</b>				
	Bloques	Pulgón	Mosca Blanca	Fumagina	Acaro
Finca Tipo 1	Agosto	40	10	35	30
	Septiembre	60	23	45	30
	Octubre	0	10	10	0
	Noviembre	15	10	20	0
	Diciembre	15	10	10	0
Finca Tipo 2	Agosto	40	30	40	18
	Septiembre	60	30	60	40
	Octubre	0	0	0	0
	Noviembre	0	0	0	0
	Diciembre	7	15	5	0
Finca Tipo 3	Agosto	35	15	25	30
	Septiembre	45	28	30	30
	Octubre	0	10	0	0
	Noviembre	0	10	0	0
	Diciembre	0	17	5	0
Finca Tipo 4	Agosto	30	15	25	0
	Septiembre	53	20	50	0
	Octubre	0	0	0	0
	Noviembre	0	20	0	0
	Diciembre	10	20	13	0

**Cuadro 15A.** Promedios diámetro del fruto, de las 4 fincas tipos en la producción de *Citrus aurantifolia* S. Colonche y Manglaralto Santa Elena.

Tratamientos	Diámetro del fruto de las cuatros fincas tipos				
	Bloques	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre
Finca Tipo 1	1	1.8	3.5	3.3	3.5
	2	2.3	3.5	3.5	3.1
	3	2.1	3.6	3.4	3.6
	4	2.9	3.2	2.9	3.3
	5	3	3.3	3.2	3.4
	6	2.8	3.1	3.4	3.5
	7	2.7	2.6	3.5	3.4
	8	2.9	2.6	3.3	3.3
	9	2.5	2.6	3.2	3.4
	10	2.9	3.2	3.2	3.4
	Promedios	2.59	3.12	3.29	3.39
Finca Tipo 2	1	3.1	3.3	3.3	3.4
	2	3	3.2	3.4	3.5
	3	3	3.3	3.3	3.3
	4	3.2	3.5	3.3	3.5
	5	3	3.2	3.4	3.5
	6	3	3.2	3.6	3.3
	7	3.1	3.3	3.4	3.6
	8	3.4	3.2	3.2	3.5
	9	2.8	3.1	3.5	3.5
	10	3.3	3.1	3.4	3.5
	Promedios	3.09	3.24	3.38	3.46
Finca Tipo 3	1	3.3	3.8	3.5	3.4
	2	3.8	3.7	3.7	3.8
	3	3.9	3.6	3.6	3.9
	4	3.6	3.5	3.8	3.9
	5	3.5	3.8	3.6	3.5
	6	3.4	4	3.6	3.7
	7	3.4	3.8	3.5	3.8
	8	3.7	4	3.9	3.8
	9	3.6	3.7	3.5	3.8
	10	3.4	3.7	3.5	3.5
	Promedios	3.56	3.76	3.62	3.71
Finca Tipo 4	1	3.7	3.2	3.2	3.5
	2	3.4	3.5	3.6	3.7
	3	3.6	3.5	3.6	3.7
	4	3.3	3.4	3.4	3.5
	5	3.3	3.5	3.1	3.4
	6	3.4	3.2	3.6	3.6
	7	3.2	3.4	3.3	3.5
	8	3.5	3.4	3.4	3.4
	9	3.7	3.4	3.6	3.6
	10	3.5	3.5	3.7	3.6
	Promedios	3.46	3.4	3.45	3.55

**Cuadro 16A.** Promedios peso del fruto, de las 4 fincas tipos en la producción de *Citrus aurantifolia* S. Colonche y Manglaralto Santa Elena.

Tratamientos	Peso del fruto de las de las cuatro fincas tipos (gr)				
	Bloques	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre
Finca Tipo 1	1	36.5	39.8	40.3	34.8
	2	35.8	30.0	34.0	35.8
	3	40.0	36.3	35.5	37.3
	4	37.0	32.0	34.0	32.3
	5	31.3	33.3	36.5	35.8
	6	32.0	34.5	38.5	34.5
	7	34.8	35.8	37.8	37.0
	8	31.3	30.0	35.5	38.0
	9	34.5	32.8	32.3	33.3
	10	37.3	37.0	33.3	31.5
	Promedios	35.05	34.15	35.77	35.03
Finca Tipo 2	1	50.8	52.0	50.5	57.3
	2	49.3	49.3	63.8	48.3
	3	49.8	47.5	55.8	61.8
	4	53.3	43.3	55.5	56.3
	5	56.0	52.0	54.3	41.8
	6	49.3	54.3	53.5	44.8
	7	53.8	54.8	48.3	41.0
	8	57.3	50.8	50.5	42.3
	9	64.3	45.5	58.5	44.5
	10	51.5	42.5	57.0	40.8
	Promedios	53.54	49.2	54.77	47.89
Finca Tipo 3	1	45.3	45.5	48.5	55.3
	2	43.8	43.0	51.8	68.5
	3	53.8	52.3	51.8	62.3
	4	43.5	50.8	50.5	55.8
	5	48.0	46.3	47.3	69.3
	6	47.8	53.0	47.0	63.0
	7	47.3	45.8	47.0	53.3
	8	52.8	46.3	51.3	52.8
	9	51.3	45.5	48.0	56.8
	10	53.5	43.3	46.3	51.5
	Promedios	48.71	47.18	48.95	58.86
Finca Tipo 4	1	47.0	41.5	34.8	45.0
	2	37.8	38.5	40.5	41.5
	3	38.0	43.0	41.0	38.0
	4	40.8	34.0	39.0	37.0
	5	38.5	48.3	39.0	34.3
	6	41.8	38.0	35.0	43.3
	7	40.5	53.3	53.3	49.5
	8	44.5	41.8	39.0	44.5
	9	40.3	39.5	45.3	45.5
	10	39.3	46.3	41.0	41.5
	Promedios	40.85	42.42	40.79	42.01

**Cuadro 17A.** Rendimientos, t/ha de las cuatros fincas tipos en la producción de *Citrus aurantifolia* S. Colonche y Manglaralto Santa Elena.

	Rendimiento de las fincas tipos							
	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Kg. encontrado	kg/ha	t/ha
Finca tipo 1	70	175	210	140	157.5	752.5	3,76	3.8
Finca tipo 2	227.5	210	210	210	245	1102.5	5,51	5.5
Finca tipo 3	280	420	770	875	385	2730	13,65	13.7
Finca tipo 4	245	367.5	630	700	350	2292.5	11,46	11.5

**Cuadro 18A.** Promedios de presencia de plagas, (%). Efecto de NPK en la producción de limón en la zona Manglaralto provincia Santa Elena, Ecuador

Tratamiento	Pulgón			Mosca Blanca			Fumagina			Acaro			Hormigas		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
T1	22.7	22.8	22.7	21.7	20.7	22.5	19.5	19	19.25	4	4	4	6.3	6.3	6.3
T2	20.2	18.9	20	19	17.9	18.2	18.3	18	18.15	4	4	4	6.1	6.3	6.1
T3	19.2	18.8	18.8	19	19.5	19.5	16.3	16.3	16.3	4	4	4	4.5	4.9	4.8
T4	17.2	16.7	17.7	17.3	17.8	24.8	14.6	15.1	14.85	4	4	4	4.7	4.9	5.2
T5	14.2	14.1	14.6	14.5	15.8	16.3	12	12.1	12.05	4	4	4	4.7	3.9	4.4

**Cuadro 19A.** Promedios de presencia de plagas, (%). Efecto de NPK en la producción de limón en la zona Colonche provincia Santa Elena, Ecuador.

Tratamiento	Repeticiones														
	Pulgón			Mosca blanca			fumagina			Acaro			Hormigas		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
T1	17.5	17.0	16.0	18.2	18.5	17.5	11.5	13.0	13	4	4	4	0	0	0
T2	16.0	15.0	16.0	16.5	16.8	16.8	12.0	12.5	12.5	4	4	4	0	0	0
T3	13.8	14.1	14.6	15.1	14.1	14.3	9.9	9.7	9.9	4	4	4	0	0	0
T4	12.8	14.2	12.8	14.3	14.1	13.6	6.75	9.0	8.5	4	4	4	0	0	0
T5	14.0	14.5	14.0	12.0	12.0	12	8.6	9.1	10.2	4	4	4	0	0	0

**Cuadro 20A.** Promedios diámetro del fruto, (cm). Efecto de NPK en la producción de limón en la zona Manglaralto y Colonche provincia Santa Elena, Ecuador

Tratamientos				Repeticiones					
				Manglaralto			Colonche		
				I	II	III	I	II	III
T1	N <sub>0</sub>	P <sub>0</sub>	K <sub>0</sub>	3.3	3.3	3.3	3.4	3.4	3.4
T2	N <sub>450</sub>	P <sub>300</sub>	K <sub>450</sub>	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4
T3	N <sub>600</sub>	P <sub>300</sub>	K <sub>600</sub>	3.4	3.4	3.4	3.5	3.4	3.5
T4	N <sub>750</sub>	P <sub>300</sub>	K <sub>750</sub>	2.9	2.9	2.9	3.5	3.5	3.5
T5	N <sub>900</sub>	P <sub>300</sub>	K <sub>900</sub>	3.3	3.3	3.3	3.4	3.4	3.4

**Cuadro 21A.** Promedios peso del fruto, (g). Efecto de NPK en la producción de *Citrus aurantifolia Swingle* en la zona Manglaralto, Santa Elena.

Tratamientos				Repeticiones					
				Manglaralto			Colonche		
				I	II	II	I	II	II
T1	N <sub>0</sub>	P <sub>0</sub>	K <sub>0</sub>	36.0	39.50	35.50	37.75	37.25	31.75
T2	N <sub>450</sub>	P <sub>300</sub>	K <sub>450</sub>	36.75	39.25	36.50	38.75	41.50	43.25
T3	N <sub>600</sub>	P <sub>300</sub>	K <sub>600</sub>	35.75	34.25	37.50	46.75	48.00	49.25
T4	N <sub>750</sub>	P <sub>300</sub>	K <sub>750</sub>	43.50	40.25	43.75	48.25	39.50	47.50
T5	N <sub>900</sub>	P <sub>300</sub>	K <sub>900</sub>	42.25	53.75	50.00	56.25	58.50	55.00

**Cuadro 22A.** Promedios número de frutos por planta. Efecto de NPK en la producción de *Citrus aurantifolia Swingle*, en Manglaralto, Colonche Provincia Santa Elena, Ecuador.

F.V.	Gl	S C	CM	F	Valor-P
Tratamiento	4	116.5	29.13	235.94	0.0000
Repeticiones	2	0.74	0.37	3.02	0.1056
Error	8	0.98	0.12		
Total	14	118.28			

**Cuadro 23A.** Promedios rendimiento por tratamiento. Efecto de NPK en la producción de *Citrus aurantifolia Swingle*, en Manglaralto, Colonche Provincia Santa Elena, Ecuador.

F.V.	Gl	S C	CM	F	Valor-P
Tratamiento	4	116.5	29.13	235.94	0.0000
Repeticiones	2	0.74	0.37	3.02	0.1056
Error	8	0.98	0.12		
Total	14	118.28			

**Cuadro 24A.** Análisis de la varianza, incidencia de pulgón (%) en zona Manglaralto, Santa Elena Ecuador.

Tratamientos				Manglaralto			Colonche		
				I	II	III	I	II	III
T1	N <sub>0</sub>	P <sub>0</sub>	K <sub>0</sub>	2.10	3.28	1.94	2.21	3.12	1.77
T2	N <sub>450</sub>	P <sub>300</sub>	K <sub>450</sub>	2.97	3.30	1.99	3.15	3.51	2.42
T3	N <sub>600</sub>	P <sub>300</sub>	K <sub>600</sub>	3.32	2.41	2.00	4.36	3.33	2.56
T4	N <sub>750</sub>	P <sub>300</sub>	K <sub>750</sub>	5.48	3.42	2.95	6.07	3.35	3.13
T5	N <sub>900</sub>	P <sub>300</sub>	K <sub>900</sub>	4.15	7.20	5.75	5.55	7.84	6.44

**Cuadro 25A.** Análisis de la varianza, incidencia de Mosca Blanca (%) en zona Manglaralto, Santa Elena Ecuador. 0.05

F.V	Gl	S C	C M	F	Valor-P
Tratamiento	4	61.18	15.29	4.57	0.0325
Repeticiones	2	12.54	6.27	1.87	0.2150
Error	8	26.78	3.34		
Total	14	100.51			

**Cuadro 26A.** Análisis de la varianza, incidencia de Fumagina (%) en zona Manglaralto, Santa Elena Ecuador.

F.V	Gl	S C	C M	F	Valor-P
Tratamiento	4	96.38	24.09	651.24	0.0000
Bloques	2	0.00	0.00	0.05	0.9477
Error	8	0.29	0.03		
Total	14	96.68			

**Cuadro 27A.** Análisis de la varianza, incidencia de hormigas (%) en zona Manglaralto, Santa Elena Ecuador.

F.V.	Gl	S.C.	C. M.	F	Valor-P
Tratamiento	4	9.42	2.35	35.33	0.0000
bloques	2	0.03	0.02	0.25	0.7847
Error	8	0.53	0.06		
Total	14	9.98			

**Cuadro 28A.** Análisis de la varianza, incidencia de pulgón (%) en zona de Colonche, Santa Elena, Ecuador.

F.V	Gl	S C	C M	F	Valor-P
tratamientos	4	24.1	6.027	14.03	0.0011
Bloques	2	0.19	0.09	0.23	0.8011
Error	8	3.43	0.43		
Total	14	27.74			

**Cuadro 29A.** Análisis de la varianza, incidencia de Mosca Blanca (%) en zona de Colonche, Santa Elena, Ecuador.

F.V	Gl	S C	C M	F	Valor-P
Tratamientos	4	67.59	16.89	131.33	0.0000
Bloques	2	0.37	0.18	1.47	0.2867
Error	8	1.02	0.12		
Total	14	68.99			

**Cuadro 30 A.** Análisis de la varianza, incidencia de Fumagina (%) en zona de Colonche, Santa Elena, Ecuador.

F.V	Gl	S C	C M	F	Valor-P
Tratamientos	4	45.13	11.28	36.20	0.0000
Bloques	2	3.33	1.66	5.34	0.0336
Error	8	2.49	0.31		
Total	14	50.96			

**Cuadro 31 A.** Análisis de la varianza, diámetro del fruto, zona Manglaralto, Santa Elena Ecuador.

F.V	Gl	S. C.	C.M	F	Valor-P
Tratamientos	4	0.17	0.04	8.59	0.001
Bloques	3	0.60	0.20	40.73	0.000
Error	12	0.05	0.00		
Total	19	0.83			

**Cuadro 32 A.** Análisis de la varianza, diámetro del fruto, zona Colonche, Santa Elena Ecuador.

F.V	Gl	S. C.	C.M	F	Valor-P
Tratamientos	4	0.03	0.00	6.74	0.004
Bloques	3	0.02	0.00	6.86	0.006
Error	12	0.01	0.00		
Total	19	0.07			

**Cuadro 33 A.** Análisis de la varianza, peso del fruto, zona Manglaralto, Santa Elena Ecuador.

F. V	Gl	S. C.	C. M.	F	Valor-P
Tratamientos	4	477.76	119.44	16.82	0.0001
Bloques	3	18.16	6.05	0.85	0.4917
Error	12	85.20	7.10		
Total	19	581.13			

**Cuadro 34 A.** Análisis de la varianza, peso del fruto, zona Colonche, Santa Elena Ecuador.

F. V	S. C.	Gl	C. M.	F	Valor-P
Tratamientos	4	1035.71	258.92	46.44	0.0000
Bloques	3	7.14	2.38	0.43	0.7371
Error	12	66.90	5.57		
Total	19	1109.76			

**Cuadro 35 A.** Análisis de la varianza, numero del fruto, zona Manglaralto, Santa Elena Ecuador.

F. V	Gl	S. C.	C. M.	F	Valor-P
Tratamientos	4	3256.88	814.22	26.25	0.0000
Bloques	3	2628.92	876.30	28.25	0.0000
Error	12	372.20	31.016		
Total	19	6258.0			

**Cuadro 36A.** Análisis de la varianza, numero del fruto, zona Colonche, Santa Elena Ecuador.

F.V	Gl	S C	C M	F	Valor-P
Tratamientos	4	6746.78	1686.69	180.71	0.0000
Bloques	3	5216.57	1738.86	186.30	0.0000
Error	12	112.003	9.33358		
Total	19	12075.3			

**Cuadro 37A.** Análisis de la varianza, Rendimiento, zona Manglaralto, Santa Elena Ecuador.

F.V	Gl	S C	C M	F	Valor-P
Tratamientos	4	22.72	5.68	5.28	0.0223
Bloques	2	2.58	1.29	1.20	0.3502
Error	8	8.61	1.07		
Total	14	33.92			

**Cuadro 38 A.** Análisis de la varianza, Rendimiento, zona Colonche, Santa Elena Ecuador.

F.V	Gl	S C	C M	F	Valor-P
Tratamientos	4	32.37	8.09	8.10	0.0065
Bloques	2	3.24	1.62	1.62	0.2562
Error	8	7.99	0.99		
Total	14	43.61			