



**Universidad Estatal Península de Santa Elena**

**Facultad de Ciencias Agrarias**

**Carrera de Ingeniería Agropecuaria**

**DISEÑO AGROFORESTAL PARA LA PRODUCCIÓN  
DE CACAO BAJO SOMBRA EN LAS COMUNAS  
LOMA ALTA Y CEREZAL BELLAVISTA,  
CANTÓN SANTA ELENA.**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Previo a la obtención del título de:

**INGENIERA AGROPECUARIA**

**Autor:** Lissette Estefanía Montes Jácome.

**La Libertad, 2019**



**Universidad Estatal Península de Santa Elena**

**Facultad de Ciencias Agrarias**

**Carrera de Ingeniería Agropecuaria**

**“DISEÑO AGROFORESTAL PARA LA PRODUCCIÓN  
DE CACAO BAJO SOMBRA EN LAS COMUNAS LOMA  
ALTA Y CEREZAL BELLA VISTA, CANTÓN SANTA  
ELENA”**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Previo a la obtención del Título de:

**INGENIERA AGROPECUARIA**

**Autor:** Lissette Estefanía Montes Jácome.

**Tutor:** Ing. Juan Valladolid Ontaneda MSc.

**La Libertad, 2019**

**TRIBUNAL DE GRADO**



---

Ing. Néstor Ojeda Borbor, PhD.  
**DÉCANO DE LA FACULTAD**



---

Ing. Andrés Drouet Candell, MsC.  
**DIRECTOR (E) DE AGROPECUARIA**



---

Ing. Nadia Quevedo Pinos, PhD  
**PROFESOR DEL ÁREA**



---

Ing. Juan Valladolid Ontañeda, MsC.  
**PROFESOR TUTOR**



---

Abg. Victor Coronel Ortiz .Mgt.  
**SECRETARIO GENERAL**



RECIBIDO 13 FEB 2019 iii

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios porque sin el esto no hubiera sido posible.

Le doy gracias a mis padres, Juan Carlos y Jenny quienes con su amor a lo largo de toda mi vida han apoyado y motivado mi formación académica, a mi hermana Angie por su cariño y apoyo incondicional.

A Andrés mi compañero de vida por darme su amor, apoyo, confianza y compartir nuevos e inolvidables momentos en mi vida.

De forma general agradezco a todos los docentes de la Facultad de Ciencias Agrarias en especial al Ing. Juan Valladolid, por proporcionar asesoría suficiente con sus conocimientos, experiencia, paciencia y motivación ha logrado que pueda terminar mis estudios con éxito.

**Lissette Montes**

## **DEDICATORIA**

A mis Padres por su amor, trabajo y sacrificio con mucho cariño les dedico todo mi esfuerzo puesto para la realización de esta tesis, a mi hermana por estar siempre apoyándome. Andrés, por ser mi compañero de vida inseparable de cada día.

**Lissette Montes**

**“DISEÑO AGROFORESTAL PARA LA PRODUCCIÓN DE CACAO BAJO  
SOMBRA EN LAS COMUNAS LOMA ALTA Y CEREZAL BELLAVISTA,  
CANTÓN SANTA ELENA”**

**RESUMEN**

La presente investigación tiende a definir un diseño agroforestal para la producción de cacao bajo sombra, con especies arbóreas que se adapten a las condiciones climáticas de la zona en la provincia de Santa Elena, específicamente en las comunas de Loma Alta y Cerezal Bellavista. Para el estudio se utiliza el diagnóstico; la encuesta fue aplicada a 25 productores de cacao en las dos comunas; los resultados muestran que el 65% de productores realizan la plantación de cacao en sistema monocultivo y el 35% en sistema agroforestal. Se realizó un diseño para cultivo de cacao bajo sombra, el mismo que fue puesto a consideración de los agricultores y aceptado para su aplicación en posteriores plantaciones. Se realizaron los cálculos de costos de plantación y mantenimiento. Según el análisis económico el sistema agroforestal tiene un TIR de 21% y un VAN de \$ 2 715,55, mientras que la producción en monocultivo el TIR es de 4% y el VAN de \$-1 651,46. La producción de cacao bajo sistema agroforestal reducen los costos de mantenimiento en un 10% y los ingresos económicos son positivos a partir del sexto año.

Palabras claves: Diseño agroforestal, análisis económico, producción de cacao.

## **ABSTRACT**

The present research tends to define an agroforestry design for the production of cocoa under shade, with tree species that adapt to the climatic conditions of the area in the province of Santa Elena, specifically in the communes of Loma Alta and Cerezal Bellavista. The diagnosis is used for the study; the survey was applied to 25 cocoa producers in the two communes; the results show that 65% of producers carry out the plantation of cocoa in monoculture system and 35% in agroforestry system. A design was developed for cocoa cultivation under shade, which was put to the consideration of the farmers and accepted for its application in later plantations. The calculations of plantation and maintenance costs were made. According to the economic analysis, the agroforestry system has a TIR of 21% and a NPV of \$ 2 715.55, while the monoculture production of the TIR is 4% and the NPV of \$ -1 651.46. Cocoa production under an agroforestry system reduces maintenance costs by 10% and economic income is positive after the sixth year.

**Keywords:** Agroforestry design, economic analysis, cocoa production.

**“El contenido del presente Trabajo de Graduación es de mi responsabilidad; el patrimonio intelectual del mismo pertenece a la Universidad Estatal Península de Santa Elena”**

## ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>3</b>
<b>1.1.- Generalidades del cultivo de cacao</b> .....	<b>3</b>
1.1.1.- Variedades de cacao en el Ecuador .....	4
<b>1.2.- Formas de producción cultivo de cacao</b> .....	<b>5</b>
1.2.1.- Monocultivo .....	6
1.2.2.- Sistemas agroforestales .....	6
<b>1.3.- Ventajas y desventajas de la plantación de cacao bajo sistemas agroforestales</b> .....	<b>7</b>
1.3.1.- Ventajas.....	7
1.3.2.- Desventajas .....	8
<b>1.4.- Características de especies arbóreas sistemas agroforestales con cacao</b> .....	<b>8</b>
1.4.1.- Especies arbóreas .....	9
<b>1.5.- Diseño de plantación de cacao en sistemas agroforestales</b> .....	<b>11</b>
1.5.1.- Diseño de la plantación.....	11
<b>1.6.- Establecimiento de cacao en sistema agroforestal</b> .....	<b>12</b>
1.6.1.- Plantación de cacao bajo sistema agroforestal.....	13
1.6.2.- Manejo de plantación de cacao bajo sistema agroforestal .....	13
1.6.3.- Podas en el cultivo de cacao .....	14
1.6.4.- La sombra en el cultivo de cacao bajo sistema agroforestal .....	15
1.6.5.- Distanciamientos de árboles para sombra .....	16
1.6.6.- Usos de especies para sombra permanente .....	17
<b>1.7.- Producción de cacao en monocultivo y sistema agroforestal en Ecuador</b> .....	<b>18</b>
<b>1.8.- Costos de implementación de cacao</b> .....	<b>19</b>
1.8.1.- Costos de producción .....	19
1.8.2.- Indicadores financieros.....	19
1.8.3.- Costos de implementación de 1 ha de cacao CCN51 .....	20
1.8.4.- Costos de implementación de 1ha de cacao nacional fino de aroma .....	21
<b>CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	<b>22</b>
<b>2.1.- Ubicación de estudio</b> .....	<b>22</b>
<b>2.2.- Características agroecológicas del área de estudio</b> .....	<b>23</b>
<b>2.3.- Materiales y equipos</b> .....	<b>23</b>
2.3.1.- Materiales .....	23
2.3.2.- Equipos.....	24
<b>2.4.- Metodología</b> .....	<b>24</b>
2.4.1.- Diagnóstico a los productores de cacao .....	24

2.4.2.- Diseños agroforestales.....	24
2.4.3.- Aceptación de los diseños agroforestales por los productores de cacao .....	26
2.4.4.- Costos de plantación de cacao .....	26
<b>CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>27</b>
<b>3.1.- Diagnóstico de la producción de cacao en las comunas Loma Alta y Cerezal Bellavista .....</b>	<b>27</b>
3.1.1.- Diagnóstico de la comuna Loma Alta.....	27
3.1.2.- Diagnóstico de la comuna Cerezal Bellavista.....	32
<b>3.2.- Diseños para plantación de cacao bajo sistema agroforestal .....</b>	<b>37</b>
3.2.1.- Primer diseño: Plantación de cacao con sombra temporal de plátano y sombra permanente de frutales perennes.....	39
3.2.2.- Segundo diseño: Plantación de cacao con sombra temporal de plátano y sombra permanente de maderables.....	43
3.2.3.- Tercer diseño: Plantación de cacao con sombra permanente de frutales perennes y maderables .....	47
<b>3.3.- Diseño agroforestal aceptado por los productores en las comunas Loma Alta y Cerezal Bellavista .....</b>	<b>50</b>
3.3.1.- Aceptación y selección del diseño agroforestal.....	50
3.3.2.- Diseño del sistema agroforestal .....	51
3.3.3.- Costos de implementación del sistema .....	53
<b>3.4.- Análisis económico producción de cacao en sistema agroforestal y monocultivo .....</b>	<b>54</b>
3.4.1.- Costos de mantenimientos y producción del cultivo de cacao bajo sistema agroforestal y monocultivo.....	56
3.4.2.- Ingresos proyectados para una hectárea de cacao nacional fino de aroma en sistema agroforestal y monocultivo .....	58
3.4.3.- Análisis económico producción de cacao bajo sistema agroforestal.....	59
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>62</b>
<b>Conclusiones.....</b>	<b>62</b>
<b>Recomendaciones .....</b>	<b>63</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	
<b>ANEXOS</b>	

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Distanciamiento de árboles para sombra .....	17
Tabla 2. Usos de especies para sombra permanente.....	17
Tabla 3. Costos de implementación cacao CCN51 en el Ecuador.....	20
Tabla 4. Costos de implementación cacao fino de aroma.....	21
Tabla 5. Número de jornales para implementar una hectárea de cacao Nacional fino de aroma en la comuna Loma Alta .....	31
Tabla 6. Número de jornales para implementar una hectárea de cacao Nacional fino de aroma en la comuna Cerezal Bellavista .....	37
Tabla 7. Especies de plantas requeridas en el diseño agroforestal .....	40
Tabla 8. Costos de plantación de cacao con sombra provisional de plátano y sombra permanente de frutales .....	41
Tabla 9. Especies de plantas requeridas en el diseño agroforestal .....	44
Tabla 10. Costos de implementación plantación de cacao con sombra provisional de plátano y sombra permanente de maderables .....	45
Tabla 11. Especies de plantas requeridas en el diseño agroforestal .....	48
Tabla 12. Costos de implementación plantación de cacao con sombra provisional de plátano y sombra permanente de laurel y guaba .....	49
Tabla 13. Especies de plantas requeridas en el sistema agroforestal .....	52
Tabla 14. Costos de implementación diseño agroforestal aceptado por los productores de las comunas Loma Alta y Cerezal Bellavista .....	53
Tabla 15. Costos de implementación plantación de cacao en sistema agroforestal.....	54
Tabla 16. Costos de implementación plantación de cacao en monocultivo .....	55
Tabla 17. Proyección costos cacao en sistema agroforestal y monocultivo .....	56
Tabla 18. Resumen de los costos de mantenimiento y producción sistema agroforestal y monocultivo hasta el séptimo año .....	57
Tabla 19. Ingresos esperados plantación de cacao en SAF y monocultivo .....	58
Tabla 20. Proyección ingresos y análisis económico por hectárea de cacao en sistema agroforestal .....	59
Tabla 21. Cálculo VAN, TIR y R B/C sistema agroforestal.....	59
Tabla 22. Proyección ingresos y análisis económico por hectárea en monocultivo .....	60
Tabla 23. Cálculo VAN, TIR y R B/C monocultivo .....	60

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización del área de estudio.....	22
Figura 2. Tipos de sistemas de riego en la comuna Loma Alta .....	27
Figura 3. Número de riegos para cacao por semana en la comuna Loma Alta .....	28
Figura 4. Especies maderables aceptadas en la comuna Loma Alta como sombra de cacao .....	29
Figura 5. Especies frutales aceptadas en la comuna Loma Alta para sombra de cacao..	30
Figura 6. Plantación de cacao en monocultivo y sistema agroforestal en comuna Cerezal Bellavista .....	33
Figura 7. Tipos de sistemas de riego para el cultivo de cacao en la comuna Cerezal Bellavista .....	33
Figura 8. Número de riegos por semana para el cultivo de cacao en la comuna Cerezal Bellavista .....	34
Figura 9. Especies maderables aceptadas en la comuna Cerezal Bellavista para sombra permanente de cacao.....	35
Figura 10. Especies frutales aceptadas en la comuna Cerezal Bellavista para sombra permanente de cacao .....	36
Figura 11. Diagrama horizontal plantación de cacao con sombra temporal de plátano y sombra permanente de frutales perennes.....	39
Figura 12. Primer corte vertical muestra cacao y frutales.....	40
Figura 13. Segundo corte vertical muestra cacao y plátano .....	40
Figura 14. Diagrama horizontal Plantación de cacao con sombra temporal de plátano y sombra permanente de maderables .....	43
Figura 15. Primer corte vertical muestra cacao y maderables .....	44
Figura 16. Segundo corte vertical muestra cacao .....	44
Figura 17. Diagrama horizontal Plantación de cacao con sombra permanente de maderables y frutales.....	47
Figura 18. Primer corte vertical muestra cacao y maderables .....	48
Figura 19. Segundo corte vertical muestra cacao .....	48
Figura 20. Diagrama horizontal del diseño agroforestal para las comunas Loma Alta y Cerezal Bellavista.....	51
Figura 21. Primer corte vertical muestra cacao y frutales.....	52
Figura 22. Segundo corte vertical muestra cacao y plátano .....	52

## ÍNDICE DE ANEXOS

Formato 1A. Encuesta del cultivo de cacao en asociación con sistemas agroforestales

Formato 2A. Encuesta Diseños agroforestales

Tabla 1A. Ingresos esperados cacao en sistema agroforestal

Tabla 2A. Ingresos esperados de plátano

Tabla 3A. Ingresos esperados de frutales

Tabla 4A. Ingresos esperados cacao en monocultivo

Tabla 5A. Cultivo de cacao en Cerezal Bellavista

Tabla 6A. Cultivo de cacao en Loma Alta

Figura 1A. Entrevista con el propietario de la finca

Figura 2A. Plantación de cacao con sombra permanente de grosella

Figura 3A. Plantación de cacao con sombra temporal de plátano

Figura 4A. Cultivo de cacao en monocultivo

## INTRODUCCIÓN

El cultivo de cacao (*Theobroma cacao L*) se encuentra distribuido en zonas tropicales cercanas a la línea ecuatorial. Existen tres variedades distribuidas alrededor del mundo, el criollo o nativo cultivado en Centro y Sur América, Caribe e Indonesia. El forastero se origina en el Amazonas es cultivado especialmente en África y trinitario el cual es el cruce de criollo y forastero varios países lo cultivan alrededor del mundo (Ministerio de agricultura y desarrollo rural, 2010).

ESPAE (2016) manifiesta que entre los principales productores de cacao a nivel mundial se destacan Costa de Marfil (42,5%), Ghana (17,5%), Camerún (5,5%), Nigeria (4,6%), Ecuador (5,9%), Brasil (5,4%), Indonesia (7,7%) y Papúa Nueva Guinea (0,9%).

De acuerdo con el censo realizado por INEN – ESPAC (2017), en el Ecuador las principales provincias productoras de cacao son: Los Ríos (52.815 tm/ha), Guayas (51.639tm/ha), Manabí (33.117tm/ha), Esmeraldas (20,299tm/ha), mientras que Santa Elena produce (124 tm/ha). En la provincia de Santa Elena se encuentran establecidas 146,85 hectáreas de cacao debido a que esta zona cuenta con las condiciones edafoclimáticas adecuadas para el desarrollo del cultivo (MAG, 2017)

En el Ecuador los sistemas agroforestales en zonas semiáridas representan una buena opción para los agricultores debido a que incrementan la rentabilidad al incluir cultivos y árboles en una misma parcela. Además se obtienen beneficios como: menor agotamiento del cacao, menor demanda de insumos que cuando está a plena exposición solar, menor incidencia de malezas, plagas y enfermedades.

La presente investigación tiende a definir un diseño para la implementación de cacao bajo sistemas agroforestales, cultivo de cacao con árboles maderables y frutales que se adapten a las condiciones climáticas de la zona; además se realiza los cálculos de los costos de implementación del diseño agroforestal aceptado por los productores de cacao en la comuna Loma Alta y Cerezal Bellavista del cantón Santa Elena.

En Loma Alta y Cerezal Bellavista se han implementado plantaciones de cacao nacional fino de aroma de los clones EET95, EET96, EET103, EET544 creadas por Iniap, las plantaciones a distanciamientos de 3x3 m en monocultivo, en la actualidad las plantaciones tienen entre 1 y 5 años se encuentran iniciando su producción. Los resultados obtenidos tienden a definir el diseño de un sistema agroforestal con cacao utilizando especies de sombra temporal y permanente que se adaptan las condiciones climáticas de las comunas en estudio, lo cual permitirá a los productores de cacao disminuir los costos de producción y de establecimiento.

**Problema Científico:**

¿Qué factores influyen en los costos de los sistemas agroforestales en la producción de cacao en la zona norte del cantón Santa Elena?

**Objetivo General:**

Diseñar un sistema agroforestal para la producción de cacao en las condiciones climáticas de la parroquia Colonche Cantón Santa Elena.

**Objetivos Específicos:**

- Evaluar el diagnóstico de la situación actual de cultivo de cacao en las comunas Loma Alta y Cerezal Bellavista.
- Diseñar un sistema agroforestal para la producción de cacao bajo sombra considerando las condiciones climáticas de la zona.
- Determinar costos de implementación y producción de los diseños agroforestales propuestos.

**Hipótesis:**

El cultivo de cacao bajo sistema agroforestal además de reducir los costos de producción, constituye una alternativa para el manejo de zonas en clima semiárido en comparación con monocultivo.

## **CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### ***1.1.- Generalidades del cultivo de cacao***

El cultivo de cacao (*Theobroma cacao L*) se originó en la cuenca alta del río Amazonas, en un triángulo formado entre Colombia, Ecuador y Perú. Posteriormente fue trasladado a Centroamérica y finalmente a Europa, dónde se intensificó su consumo.

El 70% de la producción mundial se encuentra situada en África; Costa de Marfil se destaca por ser el mayor productor a nivel mundial, mientras que Asia con 17% y América con 13%.

El total de la producción mundial es de 3,6 millones de toneladas métricas, con un crecimiento anual entre 1 al 1,5%, mientras que la tasa de consumo anual se mantiene entre 2 a 2,5% (El cultivo de cacao, 2012).

De acuerdo con Doster et al. (2016), el cultivo de cacao *Theobroma cacao L*, pertenece a la familia Malvaceae, subfamilia Sterculioideae; Es un árbol o arbusto semicaducifolio que puede alcanzar de 4 a 8 metros de altura. El tallo se caracteriza por ser parcialmente pubescente, corteza oscura gris café, las ramas son de color café, las hojas coriáceas simples ligeramente asimétricas. Las flores son pentámeras, hermafroditas, los sépalos son verdosos. El fruto es una baya (mazorca) de 20 a 35cm de largo aproximadamente. Las semillas son café rojizas de 7 a 12mm de grosor.

Según Manual de Agrocalidad (2016), la pluviosidad y riego adecuado para el cultivo de cacao oscila entre 1.500 y 2.000 mm de agua durante todo el año, la temperatura optima entre 24°C a 26°C, requiere de 2000 horas luz al año, se adapta desde el nivel del mar hasta 800 metros de altitud, El pH debe oscilar entre 6.0 a 6.5 para asegurar buenos rendimientos. Las distancias de siembra más recomendadas es de 3x3 metros en cuadro o 4x3m en triángulo para una densidad aproximada de 1,111 a 833 plantas por hectárea respectivamente.

Córdova y Sánchez et al. (2009) la fertilización es adecuada para mantener en óptimas condiciones a las plantas en meses de sequía.

De acuerdo con FAO (2010), el Ecuador es el primer productor de cacao nacional fino de aroma, logrando producir el 61% de la producción mundial.

Encontramos dos tipos de cacao: cacao nacional fino de aroma el rendimiento promedio es de 0,18 TM/ha (4qq/ha) y CCN51, el rendimiento 0,93 TM/ha (14,7 qq/ha) aproximadamente.

Cacao fino de aroma o cacao criollo nacional posee aroma y sabor inigualable, es de color amarillo es muy apetecido a nivel mundial para la elaboración de chocolate.

El cacao nacional o “Arriba” se encuentra entre los mejores a nivel mundial debido a su aroma, sabor y altos rendimientos.

En la provincia de Manabí el rendimiento oscila entre 10 quintales/ ha/ año (Invest Manabí the opportunity, 2018).

### ***1.1.1.- Variedades de cacao en el Ecuador***

Durán y Dubón (2016) afirman que botánicos identificaron dos tipos de cacao: el Criollo o nativo de Mesoamérica y el Forastero de la Amazonía. Se denomina Forastero porque para los cultivadores de Mesoamérica este tipo de cacao era traído de otro lado. La cruce entre el cacao Criollo y Forastero da como resultado el cacao Trinitario, nombre que se le asigna por la isla Trinidad, lugar donde se originan estos cruces.

a) **Cacao criollo o nativo:** es un tipo de cacao muy apetecido por su calidad, aroma y sabor especial para elaboración de chocolates finos. Sus mazorcas se caracterizan por presentar:

- Superficie rugosa, de punta alargada y puntiaguda.
- Antes de la madurez sobresalen los colores verdes y rojos.

- Los cotiledones son de color blanco.
- El sabor predominante es astringente (amargura y sequedad) por el contenido de taninos.
- El mucilago es dulce con bastante aroma después de la fermentación.

**b) Cacao forastero:** es de menor calidad, utilizado para la elaboración de chocolates de baja calidad presenta las siguientes características:

- Superficie lisa y forma ovalada.
- Antes de la madurez presenta color verde pálido a blanquecino.
- Los cotiledones son morados o violeta oscuro.
- Posee alto contenido de taninos, sabor astringente y amargo.
- El mucílago es ácido y es complicado que luego de la fermentación tenga aroma.

**c) Cacao trinitario:** es originario de diferentes cruzas entre Cacaos criollos y forasteros. Estas cruzas dieron como resultado un tipo de cacao con particularidades intermedias entre criollo y forastero, es decir el sabor del cacao criollo y la robustez del cacao forastero además presenta las siguientes características:

- Superficie gruesa y dura.
- La almendra es de sabor amargo.
- El mucílago es ácido.

## ***1.2.- Formas de producción del cacao***

De acuerdo con el último censo realizado en el año 2012 en el Ecuador la superficie de cacao es de 507,722 hectáreas aproximadamente, el 84% se encuentra en monocultivo, mientras que el 16% se encuentra en asociación a especies forestales y frutales (SINAGAP, 2014).

### **1.2.1.- Monocultivo**

El cultivo de cacao puede ser implementado como monocultivo, es decir cultivos intensivos sin incorporar sombra se realiza con mayor frecuencia en África occidental en fincas con barbecho y bosques que han sido talados (Doster *et al.*, 2012).

El monocultivo genera impactos sociales y ambientales negativos debido a que se presentan en grandes extensiones de árboles o plantas de una sola especie, erosionan el suelo con facilidad, deterioran el paisaje, reducen la biodiversidad, alteran el ciclo hidrológico (Vidal , 2008).

### **1.2.2.- Sistemas agroforestales**

Andrade et al. (2013) afirman que un sistema agroforestal es la asociación de cultivos y árboles, se caracteriza por diversificar la producción, regenerar suelos degradados, retener la humedad en el suelo, disminuir altas temperaturas, reducir incidencia de plagas y enfermedades.

Sánchez y Higueta (2008) indican que los sistemas agroforestales son sistemas de producción donde se combinan cultivos agrícolas con árboles. Permiten mantener la biodiversidad, reducir la erosión, recuperar suelos, absorber dióxido de carbono, mantener la calidad y cantidad del agua, mayor generación de empleo, abonamiento de los cultivos, mejoramiento del microclima, entre otros.

Los sistemas agroforestales en zonas secas y semiáridas representan una forma de manejo sostenible de la tierra, a través del incremento en la productividad en corto, mediano y largo plazo. Además permiten conservar la biodiversidad, incrementar la retribución económica de los agricultores, producción sostenible sin degradación del medio ambiente (Manual de agroforestería para zonas secas y semiáridas, 2009).

Es recomendable implementar sistemas agroforestales en asociación al cultivo cacao ya que este cultivo requiere de sombra constante, además de proporcionar sombra puede generar ingresos extras al agricultor, aporta biomasa, conserva el agua, entre

otros; En sistemas agroforestales con cacao se pueden asociar especies maderables y frutales como sombra permanente.

### ***1.3.- Ventajas y desventajas de la plantación de cacao bajo sistemas agroforestales***

El cultivo de cacao bajo sistemas agroforestales posee ventajas y desventajas las cuales se mencionan a continuación:

#### ***1.3.1.- Ventajas***

De acuerdo con Quiroz y Mestanza (2012), las principales ventajas del cacao bajo Sistemas agroforestales son:

- Mejoramiento de las propiedades del suelo a través de la incorporación de materia orgánica.
- Protegen al cacao de los efectos de rayos solares directos.
- Protegen al suelo de la erosión.
- Reducción de la incidencia de malezas.
- El sistema radicular de los árboles mantiene la humedad en el suelo.
- Mejoramiento del microclima.

Cacao sostenible manual DAS (2017) menciona que los beneficios de sistemas agroforestales con cacao son:

- Mayor utilización del espacio vertical.
- Mejoramiento del microclima.
- Fijación de nitrógeno a través de los árboles.
- Mejora la fertilidad del suelo, mediante el aporte de materia orgánica, reduce la erosión.
- Permite la recuperación de suelos degradados.
- Obtención de productos como frutos, madera, leña, entre otros.
- Reducir la incidencia de plagas y enfermedades.

### **1.3.2.- Desventajas**

Manual estrategia nacional de agrosilvicultura (2012) describe que las desventajas de asociar cacao bajo sistemas agroforestales son:

- Disminución en la producción del cultivo al utilizar exceso de árboles.
- Los árboles pueden interceptar la lluvia, reduce la cantidad de agua que llega al suelo.
- En el momento de la cosecha y podas pueden ocasionarse daños mecánicos.
- Competencia de nutrientes entre los árboles y el cultivo de cacao.
- Pérdida de nutrientes al momento de cosechar productos forestales y enviados fuera de la parcela.

Manual producción en sistemas agroforestales y sistemas agroforestales simultáneos (2017) expresa las desventajas del cacao bajo sistemas agroforestales:

- Microclima favorece la incidencia de plagas y enfermedades.
- Daños mecánicos al podar y cosechar los árboles.
- Los árboles dificultan la cosecha mecánica del cultivo de cacao.
- Mayor competencia de nutrientes entre los árboles y el cultivo.

### **1.4.- Características de especies arbóreas para sistemas agroforestales con cacao**

#### **a) Características forestales**

- Copa que permita el ingreso de los rayos solares.
- Sistema radicular profundo.
- Rápido crecimiento.
- Resistente a vientos.
- Hojas de fácil descomposición.
- Resistentes a plagas y enfermedades (APPCACAO, 2012)

## **b) Características frutales**

- Especies resistentes a plagas y enfermedades.
- Hojas fáciles de descomponerse.
- Frutos no muy pesados.
- Sistema radicular profundo.
- Árboles de fácil propagación mediante semillas o estacas (Quiroz y Mestanza, 2012)

## **c) Características maderables**

Gildardo y Palencia (2006) señalan que los criterios para seleccionar especies maderables son:

- Especies que provean madera de buena calidad.
- Especies conocidas y aprobadas por los productores.
- Rápido crecimiento.
- Especies susceptibles a plagas y enfermedades.
- Fácil adaptabilidad a la zona climática.

### **1.4.1.- Especies arbóreas**

#### **a) Especies sombra temporal**

Según Cacaocultura renovada (2014), las especies más utilizadas como sombra temporal en el cultivo de cacao son:

- Plátano (*Musa sapientum*).
- Banano (*Musa paradisiaca*).
- Higuera (*Ricinus communis*).
- Papaya (*Carica papaya*).
- Maracuyá (*Pasiflora edulis*).
- Guandúl (*Cajanus cajan*).
- Maíz (*Zea mays*).

Mendis (2003) destaca que las características deseables de las especies a implementar como sombra temporal en el cultivo de cacao son:

- Especies de rápido crecimiento, buen valor comercial.
- Resistentes al viento.
- Poseer copa amplia, para interceptar rayos solares.
- Resistentes a plagas y enfermedades del cultivo de cacao.
- Sistema radicular poco desarrollado, para evitar competencia de nutrientes.

Browne (2017) en los sistemas agroforestales los árboles son los encargados de proveer productos maderables y no maderables, las especies maderables, leguminosas y frutales más utilizadas tenemos: Laurel (*Cordia alliodora*), Cedro (*Cedrela odorata*), Guaba (*Inga edulis*), Leucaena (*Gliricidia sepium*), frutales (*Citrus spp*), aguacate (*Persea americana*).

#### **b) Especies maderables y frutales de sombra permanente**

Gildardo y Palencia (2006) mencionan que las especies maderables más utilizadas para proporcionar sombra al cultivo de cacao son:

- Laurel (*Cordia alliodora*)
- Teca (*Tectona grandis*)
- Melina (*Gmelina arborea*)
- Cedro (*Cedrela odorata*)
- Caoba (*Swietenia macrophylla*)

Fallas (2012) menciona especies frutales recomendadas como sombra permanente en el cultivo de cacao.

- Naranja (*Citrus x cinensis*)
- Limón (*Citrus x limon*)
- Mandarina (*Citrus reticulata*)

- Aguacate (*Persea americana*)
- Mango (*Mangífera indica*)
- Guayaba (*Psidium guajava*)
- Guanábana (*Annona muricata L*)
- Guaba (*Inga edulis*)

### **1.5.- Diseño de plantación de cacao en sistemas agroforestales**

En el diseño agroforestal se define la ubicación de las plantas de cacao y árboles en la parcela. Permite un adecuado uso del espacio, se deben considerar las especies a utilizar, distancias de plantación, porcentaje de sombra (Ávila et al, 2015).

#### **1.5.1.- Diseño de la plantación**

Prado y Alonso (2006) certifican que en el diseño de la plantación se planifica y planea el sistema agroforestal, además permitirá definir la ubicación de plantas, el número de plantas por hectárea de cacao y árboles.

- Se determina el área total a implementar.
- Cantidad de mano de obra disponible.
- Disponibilidad de recursos económicos.
- Elección de especies maderables o frutales.
- Distancias de siembra de acuerdo a la especie seleccionada.
- Lugar de establecimiento del cacao.

Dependiendo de la topografía del terreno el cacao puede ser sembrado en marco real o a tres bolillos, para aprovechar el área es recomendable sembrar a tres bolillos.

Según Zonta y Angola (2013), para realizar el diseño de un sistema agroforestal se deben considerar los siguientes factores:

#### **a) Ambientales:**

- Tipo de suelo.

- Frecuencia de precipitaciones anuales.
- Tipo de vegetación.

**b) Biológicos y morfológicos de las especies a implementar:**

- Forma y tamaño de la copa.
- Sistema radicular.
- Vegetación.
- Especies resistentes a podas.

### ***1.6.- Establecimiento de cacao en sistema agroforestal***

El establecimiento consiste en un conjunto de acciones que permiten implementar y mantener en óptimas condiciones la plantación de cacao; además mediante la utilización de sombra adecuada se disminuye la incidencia de malezas, plagas y enfermedades.

Según Guía técnica SAF (2013), para establecer un sistema agroforestal se deben considerar objetivos del productor, características edafoclimáticas del lugar a implementar, medios socioeconómicos, disponibilidad de mano de obra, área del terreno, características de los árboles, manejo.

Además se deben considerar aspectos como:

- ¿Qué quiero producir?
- ¿Qué necesito para establecer la plantación?
- ¿Dónde la voy a establecer?
- ¿Qué especies voy a emplear?
- ¿Qué manejos se deben aplicar?
- ¿En cuánto tiempo voy a obtener productos?
- ¿Cuáles son los costos de inversión?

### ***1.6.1.- Plantación de cacao bajo sistema agroforestal***

**Establecimiento:** se realiza la siembra de acuerdo al diseño, época de siembra, disponibilidad de mano de obra, insumos.

Navarro y Mendoza (2006), mencionan que las actividades a realizar en el establecimiento de sistemas agroforestales son:

- Selección de plantas para la siembra.
- Limpieza del terreno
- Estaquillado.
- Hoyado (40x40 centímetros).
- Aplicación de abonos o fertilizantes.
- Siembra de especies de sombra permanente (maderables y frutales).
- Siembra de cacao.
- Siembra de especies de sombra temporal (gandul o musáceas).

### ***1.6.2.- Manejo de plantación de cacao bajo sistema agroforestal***

- a) **Control de malezas:** en suelos con laderas es recomendable durante los primeros tres años realizar de tres a cuatro chapas con machete y tres limpiezas en los contornos del cacao, frutales y maderables. Realizar limpiezas sobre la hilera en suelos con pendientes en contra al declive para evitar erosión o escorrentía. Debido a la intercepción de los rayos solares a partir del cuarto año disminuye la incidencia de malezas.
- b) **Podas en cacao:** se realizan con el objetivo de conservar un árbol sano, productivo; En los primeros tres años se eliminan chupones y se despuntan ramas. En la etapa adulta se efectúa para conservar la planta en forma natural, conservando un solo tronco, una sola horqueta, libre de ramas y frutos enfermos.
- c) **Podas en maderables:** se proceden a cortar ramas de los árboles con el propósito de obtener madera limpia de buena calidad y evitar competencia de follaje con el

cacao. Solo se deben podar ramas de la parte media inferior del árbol a partir del tercer año, es decir solo el 50% de la altura del árbol.

- d) **Podas en frutales:** a partir del tercer año se ejecuta la poda de formación, se debe cortar un tercio de la altura de la planta.
  
- e) **Raleos:** mediante el raleo se busca obtener sombra homogénea y bien distribuida; El número de raleos dependerán de factores como época, cantidad de árboles, comportamiento de las especies (Cultivo de cacao bajo sombra de maderables o frutales, 2004).

Se deben considerar los siguientes aspectos para asegurar excelentes resultados en la implementación:

- Objetivos del productor.
- Selección de especies.
- Tipo de material genético.
- Distancias de siembra.
- Condiciones edafoclimáticas de la zona.
- Disponibilidad de recursos económicos.

### ***1.6.3.- Podas en el cultivo de cacao***

- a) **Poda de formación:** se realiza el despunte del injerto de parche tres meses después de la injertación, hasta dejar tres o cuatro ramas bien distribuidas. Este tipo de poda debe culminar máximo a los dos años en injerto de parche y en injerto de púa un año antes que la planta empiece a producir (Sequeira , 2014).
  
- b) **Poda de mantenimiento:** se realiza una vez al año con el objetivo de eliminar ramas improductivas y el follaje en exceso para obtener mayor distribución de nutrientes en el cultivo. Además este tipo de poda permite reducir la incidencia de plagas y enfermedades (Sequeira, 2014).

- c) **Poda de rehabilitación:** plantas con crecimiento excesivo, con presencia de plagas, enfermedades, malezas, improductivas. Se debe bajar la copa a una altura que permita el manejo de plagas y cosecha (Sequeira, 2014).

#### **1.6.4.- La sombra en el cultivo de cacao bajo sistema agroforestal**

Infocacao (2016) plantea que el cacao (*Theobroma cacao L*) es una especie umbrófila, requiere de sombra para su adecuado crecimiento. Cuando el cacao es relativamente joven 2 a 3 años necesita mayor cantidad de sombra y a medida que alcanza la etapa adulta o etapa productiva disminuye la demanda.

En sistemas agroforestales con cacao se definen tres tipos de sombra:

- Temporal.
- Intermedia.
- Permanente.

a) **Sombra temporal:** encargada de proporcionar sombra al cultivo durante 2 a 3 años, protege plantas jóvenes, elegir especies de rápido crecimiento, abundante follaje. Se deben establecer 6 o 7 meses antes del cacao con el objetivo de suministrar sombra rápida y generar ingresos extras al productor (Infocacao, 2016).

b) **Sombra intermedia:** es conocida como sombrío de transición o sombra puente, se utiliza como enlace entre sombra temporal, debe eliminarse al segundo o tercer año y sombra permanente constituida por especies maderables. La sombra puente será eliminada paulatinamente de acuerdo al crecimiento de las especies maderables que sobrepasen el estrato superior ocupado por el cacao (Infocacao, 2016).

c) **Sombra permanente:** deben ser especies forestales de alto valor, deben ser establecidos 6 o 7 meses antes de sembrar el cacao al mismo tiempo con las especies temporales e intermedias (Infocacao, 2016).

Se deben considerar los siguientes aspectos para la selección de especies maderables para sombra:

- Identificar las especies y el uso.
- Conocer adaptabilidad a las condiciones climáticas de la zona.
- Especies que generen alto valor comercial.
- Buen hábito de crecimiento.

Según INIAP (2014), los tipos de sombra para el cultivo de cacao son:

- a) **Sombra inicial:** se utilizan cultivos como yuca, fréjol, maíz durante el primer año, debe ser implementada mínimo tres meses antes de transplantar el cacao.
- b) **Sombra provisional o transitoria:** se debe sembrar seis meses antes del transplante del cacao, se pueden utilizar plátanos, bananos.
- c) **Sombra definitiva o permanente:** constituida por árboles maderables como cedro, laurel, melina, leguminosas, frutales como: naranja, limón, guaba; deben sembrarse al mismo tiempo que el cultivo de cacao.

#### ***1.6.5.- Distanciamientos de árboles para sombra***

Ávila et al. (2018) afirma que el plátano puede ser establecido a una distancia de 3.5 x 3.5 metros. Los árboles frutales pueden ser establecidos a 4 x 4 metros y 8 x 8 metros. En leguminosas es recomendable plantar a 7 x 7 metros. En árboles maderables las distancias adecuadas son de 10 x 10 metros y 12 x 12 metros.

De acuerdo con Guía técnica SAF (2013), el distanciamiento en plantaciones de árboles para sombra de cultivos perennes como cacao y café se detalla en la Tabla 1:

**Tabla 1. Distanciamiento de árboles para sombra**

ESPECIES	DISTANCIAS	
	Libre crecimiento	Sombra regulada
Guaba ( <i>Inga sp</i> )	10 x 10 metros	6 x 6 metros
	12 x 12 metros	
Laurel ( <i>Cordia alliodora</i> )	8x 12 metros	6 x 6 metros
	10 x 10 metros	
Cedro ( <i>Cedrela spp</i> )	10 x 10 metros	6 x 6 metros
	12 x 12 metros	
Amarillo ( <i>Terminalia amazonia</i> )	8 x 8 metros	6 x 6 metros

**Fuente:** Guía técnica SAF (2013)

#### 1.6.6.- Usos de especies para sombra permanente

Mendoza A (2012), menciona que los principales usos de las especies de sombra permanente se deducen en la Tabla 2:

**Tabla 2. Usos de especies para sombra permanente**

ESPECIES	USOS		
	Maderables	Energéticos	Frutales
Guaba ( <i>Inga sp</i> )		X	
Madero negro ( <i>Gliricidia sepium</i> )	X		
Laurel ( <i>Cordia alliodora</i> )	X		
Cítricos ( <i>Citrus sp</i> )			X
Aguacate ( <i>Persea americana</i> )			X
Mango			X

**Fuente:** Mendoza A (2012)

De acuerdo con Ministerio de ambiente (2012), los usos de las principales especies utilizadas como sombra temporal del cultivo de cacao son:

- **Fernán Sánchez** (*Triplaris cuminigiana*): construcción de viviendas, obtención de leña, carbón, elaboración de muebles y sombra de cultivos perennes como café y cacao.
- **Laurel** (*Cordia alliodora*): construcción de viviendas, elaboración de muebles, sombra de café y cacao.
- **Pechiche** (*Vitex gigantea*): construcción de viviendas, muebles, obtención de leña, carbón, empleado como sombra en sistema agroforestal.
- **Cedro** (*Cedrela odorata*): madera de buena calidad utilizada en la fabricación de muebles, brinda sombra permanente en sistema agroforestal.
- **Guayaba** (*Psidium guajava L.*): frutos como alimentos, cercas muertas, leña, carbón sirve para asociación en sistema agroforestal.
- **Guaba** (*Inga edulis*): frutos como alimentos, leña, brinda sombra para cultivo de café y cacao.
- **Grosella** (*Phyllanthus acidus L.*): frutos como alimentos, es empleada para cercas vivas, sistema agroforestal.

### ***1.7.- Producción de cacao en monocultivo y sistema agroforestal en Ecuador***

En el Ecuador la superficie de cacao cosechada en el año 2012 es de 507,722 hectáreas aproximadamente de las cuales el 84% se encuentra en monocultivo y el 16% en sistema agroforestal (MAGAP, 2014).

Según MAG (2017), la provincia de Santa Elena produce 1.32 t/ha en plantaciones de cacao nacional fino de aroma bajo sistema agroforestal, mientras que la productividad del cacao CCN51 en monocultivo se encuentra alrededor de 1.21 t/ha en almendra seca.

## ***1.8.- Costos de implementación de cacao***

### ***1.8.1.- Costos de producción***

De acuerdo con FAO (2018), los costos de producción son aquellos gastos indispensables para ejecutar un proyecto, la diferencia entre el ingreso y egreso se considera beneficio bruto.

**Los costos se clasifican en:** costos variables y fijos.

- a) **Costos variables o directos:** materia prima, mano de obra, mantenimiento, insumos.
- b) **Costos fijos o indirectos:** inversión inicial, depreciación de herramientas, impuestos, ventas y distribución del producto.

### ***1.8.2.- Indicadores financieros***

Mete (2014) afirma que los indicadores utilizados para tomar decisiones apropiadas en los proyectos de inversión son:

- a) **Valor actual neto (VAN):** es el valor actual de los flujos financieros del proyecto, entre los egresos e ingresos, donde se emplean tasas de descuentos o de oportunidad. Además permite determinar la rentabilidad que permite la recuperación de la inversión inicial, costos de mantenimiento y obtención de beneficios. Si el valor del VAN es mayor e igual a cero el proyecto es aceptable (Mete, 2014).
- b) **Tasa interno de rendimiento o retorno (TIR):** es la relación entre el valor de los ingresos y con el valor de los egresos. Si el valor de la TIR es mayor a la tasa de expectativa el proyecto es aceptable (Mete, 2014).

### 1.8.3.- Costos de implementación de 1 ha de cacao CCN51

De acuerdo con MAGAP (2013), los costos para implementar 1 ha de cacao CCN51 en el Ecuador se puntualiza en la Tabla 3:

**Tabla 3. Costos de implementación cacao CCN51 en el Ecuador**

CACAO CCN51		
ACTIVIDAD	Establecimiento	Producción
	(USD/ha)	(USD/ha)
Preparación del terreno	180,00	-
Siembra (plantas y mano de obra)	1,085.00	-
Fertilización	-	600,00
Labores culturales	210,00	450,00
Control fitosanitario	-	150,00
Cosecha	-	720,00
Riego (sistema)	3,500.00	-
<b>COSTO TOTAL</b>	<b>4,475.00</b>	<b>1,920.00</b>
Rendimiento (tm/ha)	-	1.00
Costo por kg	-	1,92

**Fuente:** MAGAP (2013)

En la tabla 3 se detallan los costos para implementar 1 hectárea de cacao CCN51 en el Ecuador incluido el material vegetal, insumos, mano de obra para preparación del terreno, siembra, control fitosanitario e instalación del sistema de riego por micro aspersión el cual tiene un costo aproximado de \$ 4 475.00 (MAGAP, 2013).

#### 1.8.4.- Costos de implementación de 1ha de cacao nacional fino de aroma

MAGAP (2013) menciona que los costos para implementar 1 ha de cacao nacional fino de aroma en Ecuador son:

**Tabla 4. Costos de implementación cacao fino de aroma**

CACAO FINO DE AROMA		
ACTIVIDAD	Establecimiento	Producción
	(USD/ha)	(USD/ha)
Preparación del terreno	180,00	-
Siembra (plantas y mano de obra)	996,80	-
Fertilización	-	200,00
Labores culturales	105,00	495,00
Control fitosanitario	-	120,00
Cosecha	-	720,00
Riego (Sistema)	3,500.00	-
<b>COSTO TOTAL</b>	<b>5,881.80</b>	<b>1,920.00</b>
Rendimiento (tm/ha)	-	1.00
Costo por kg	-	1,54

**Fuente:** MAGAP (2013)

Se detallan en la tabla 4 los costos para la implementación de 1 hectárea de cacao nacional fino de aroma, material vegetal, preparación del terreno, siembra, fertilización, riego, cosecha, mano de obra e instalación del sistema de riego por micro aspersión el costo aproximado es de \$ 5 881.80 (MAGAP, 2013).

## CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### *2.1.- Ubicación de estudio*

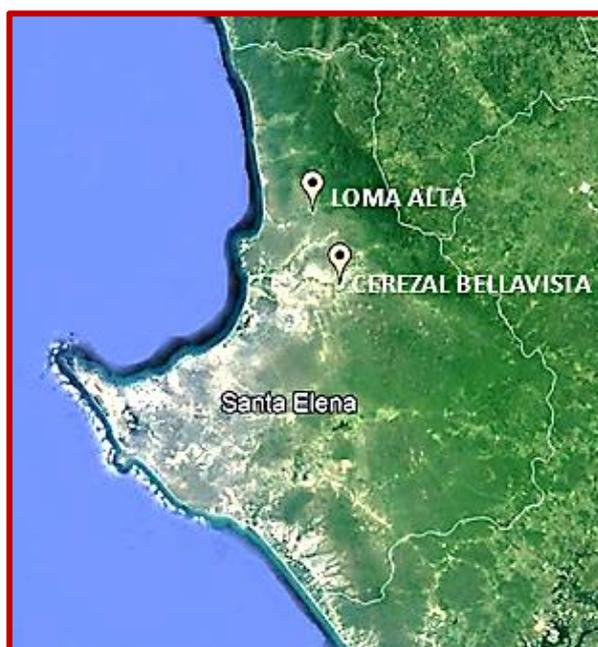
El estudio se desarrolló en las comunas Loma Alta y Cerezal Bellavista ubicadas en la parroquia Colonche, Cantón Santa Elena.

La comuna Loma Alta limita al norte con Dos Mangas, al sur con Bambil Collao, al este con Febres Cordero, al oeste con Sinchal y Barcelona. Posee alrededor de 2.998 hectáreas (Sierra et al 1999).

Cerezal Bellavista limita al norte con Guangala, al sur con Bellavista, al este San Marcos y al oeste con Las Balsas. Posee una extensión de 126.028 hectáreas aproximadamente (Espol 2001).

Las coordenadas geográficas del lugar de estudio son:

- Comuna Loma Alta: UTM Datum WGS84 son 539415 E y 978935 N.
- Comuna Cerezal Bellavista: UTM Datum WGS84 son 550309 E y 977881 N.



**Figura 1. Localización del área de estudio**

## ***2.2.- Características agroecológicas del área de estudio***

De acuerdo con Koppen y Geiger el clima de Loma Alta pertenece a la clasificación del ecosistema bosque seco tropical y bosque seco subtropical debido a que el clima es muy variable lo que contribuye a la agricultura de la zona. Se caracteriza por presentar estación de garúa entre los meses de junio a octubre, el promedio de precipitación anual es de 1863mm, la temperatura mínima es de 21°C, temperatura media 23°C y la máxima 24°C. Los habitantes realizan actividades agropecuarias como: cría de ganado vacuno, aves de corral, cultivos de ciclo corto (tomate, cebolla, pimiento, pepino), cultivos perennes (cacao, café, toronja, mandarina, limón, naranja). Además reciben apoyo de Fundación Natura Guayaquil sobre el uso adecuado del bosque y sus recursos naturales (Gobierno autónomo descentralizado parroquial Colonche GAD, 2018).

Según Koppen y Geiger La comuna Cerezal Bellavista dentro de la clasificación del ecosistema corresponde a bosque seco tropical, se caracteriza por presentar vegetación seca, cactus y leguminosas. La temperatura promedio es de 27°C. El tipo de suelo que predomina en la zona es arcilloso, la precipitación media es de 264mm. Los habitantes de la zona se dedican a realizar actividades agrícolas como: cultivos de ciclo corto (maíz) y cultivos perennes (café, cacao) con el apoyo del Proyecto Integral para el desarrollo agrícola, ambiental y social - Pidaasse (Gobierno autónomo descentralizado parroquial Colonche GAD, 2018).

## ***2.3.- Materiales y equipos***

### ***2.3.1.- Materiales***

- Encuestas.
- Libreta de campo.
- Bolígrafos.

### **2.3.2.- Equipos**

- Laptop.
- Cámara fotográfica para tomar fotografías de los diferentes diseños.
- Calculadora utilizada para determinar los costos.
- Impresora.
- Software Excel.
- Software Microsoft Word.

## **2.4.- Metodología**

### **2.4.1.- Diagnóstico a los productores de cacao**

El diagnóstico se realizó mediante la aplicación de una encuesta, a los habitantes de las comunas de Loma Alta y Cerezal Bellavista de la parroquia Colonche, se encuestaron un total de 25 productores, 12 de Loma Alta y 13 de Cerezal Bellavista los cuales disponen plantaciones de cacao CCN51 y nacional fino de aroma de los clones EET95, EET96, EET103, EET504 como monocultivo y sistema agroforestal en una edad comprendida entre 2 a 5 años. Las plantaciones han sido establecidas con el apoyo del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG).

El diagnóstico tiene la finalidad de recabar información relacionada a los costos de: plantación, mano de obra, insumos, sistema de riego que se requiere para la plantación y producción de cacao; como la importancia o no de contar con especies forestales o frutales como sombra temporal y permanente para la producción de cacao bajo sistema agroforestal.

### **2.4.2.- Diseños agroforestales**

El diseño agroforestal es el arreglo espacial de las especies vegetales que conforman el cultivo y la sombra. Para realizar el arreglo se utilizó la información obtenida de la encuesta de diagnóstico aplicada a los 25 productores de cacao de las comunas Loma Alta y Cerezal Bellavista.

La encuesta contiene preguntas relacionadas a:

- Área de la finca.
- Área de plantación de cacao.
- Edad del cultivo.
- Rendimiento del cacao por año.
- Variedad del cacao.
- Especies frutales y maderables utilizadas para sombra de cacao.
- Número de plantas por hectárea.
- Criterios sobre la presencia de sombra en el cultivo.
- Insumos agrícolas utilizados.
- Sistema de riego.
- Costos de insumos, mano de obra, y sistema de riego.

En base a los resultados obtenidos en las encuestas y a la observación de campo realizada por el investigador se elaboran tres diseños agroforestales para la plantación de cacao bajo sombra que son:

**a) Plantación de cacao bajo sombra temporal de plátano y sombra permanente de frutales.**

El arreglo consiste en la plantación de cacao fino de aroma a una distancia de 3 X 3 metros; siembra de plátano (3 X 6 m) como sombra provisional durante los tres primeros años y plantación (12 X 12 m) de especies frutales como: grosella, limón, naranja, mandarina, guaba, como sombra permanente.

**b) Plantación de cacao bajo sombra temporal de plátano y sombra permanente de maderables.**

El arreglo consiste en la plantación de cacao fino de aroma a una distancia de 3 X 3 metros, siembra de plátano (3 X 6 m) como sombra provisional durante los tres

primeros años y plantación (12 X 12 m) de especies maderables como: cedro, laurel, melina, como sombra permanente.

**c) Plantación de cacao bajo sombra permanente de especies maderables y frutales.**

El arreglo consiste en la plantación de cacao fino de aroma a una distancia de 3 X 3 metros; siembra de especies maderables y frutales (12 X 6 m) como sombra permanente, el sistema no contempla sombra temporal.

***2.4.3.- Aceptación de los diseños agroforestales por los productores de cacao***

En base a la aplicación de la segunda encuesta de aceptación o no de los diseños agroforestales propuestos realizada a los productores de cacao de las comunas de Loma Alta y Cerezal Bellavista, procedieron a seleccionar el diseño con mayor aceptación el cual incluye plantación de cacao, con sombra temporal de plátano y sombra permanente de frutales como: grosella, limón, naranja, mandarina, guaba.

***2.4.4.- Costos de plantación de cacao***

Los costos de plantación se determinan mediante la encuesta de diagnóstico aplicada a los productores de cacao de las comunas Loma Alta y Cerezal Bellavista, dicha información permite obtener datos sobre los costos de material vegetal, insumos, herramientas, sistema de riego, mano de obra con los cuales se elaboran los costos de plantación para cada uno de los diseños agroforestales planteados.

Del diseño agroforestal aceptado por los agricultores para el sistema y se obtienen los indicadores económicos como: VAN, TIR y R B/C.

## CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 3.1.- Diagnóstico de la producción de cacao en las comunas Loma Alta y Cerezal Bellavista

#### 3.1.1.- Diagnóstico de la comuna Loma Alta

##### a) Plantación de cacao en monocultivo y sistema agroforestal

El 100% de los encuestados poseen plantación de cacao CCN51 y nacional fino de aroma de los clones EET95, EET96, EET103, EET504 en monocultivo.

##### b) Tipos de sistemas de riego

De acuerdo al diagnóstico realizado ocho productores de cacao poseen sistema de riego por goteo y cuatro productores poseen por micro aspersión para la producción de cacao.

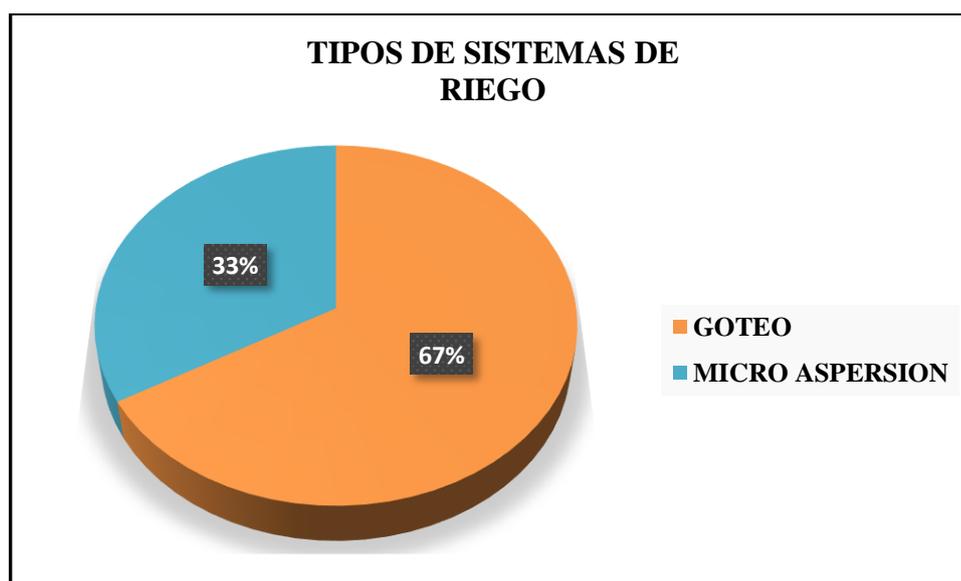


Figura 2. Tipos de sistemas de riego en la comuna Loma Alta

El tipo de riego de mayor utilización para plantación de cacao en la comuna Loma Alta es riego por goteo en un 67% de productores, mientras que micro aspersión es lo utilizan en un 33% (Figura 2)

El riego por goteo, lo cual se debe a que tiene el menor costo por hectárea comparado con otros sistemas de riego. En la comuna los sistemas de riego para cacao son donados por instituciones de apoyo al desarrollo rural como Ministerio de Agricultura y Prefectura en la provincia de Santa Elena.

Según la revista Anecacao (2018), manifiesta que el riego por goteo en plantación de cacao permite corregir carencias hídricas asegurando uniformidad; mientras que el riego por micro aspersión se debe considerar la ubicación de los aspersores para asegurar una mayor cobertura a todas las plantas, por lo tanto lo más recomendable es utilizar micro aspersores.

Liotta (2000) menciona que el riego por micro aspersión favorece a los requerimientos del cultivo de cacao, ya que el caudal de cada aspersor es bajo, esto favorece la infiltración uniforme del agua; En suelos arenosos el riego por goteo afecta el sistema radicular del cultivo ya que forma acumulaciones profundas, el agua se penetra en exceso por lo tanto ocasiona lixiviación de fertilizantes.

### c) Número de riegos por semana

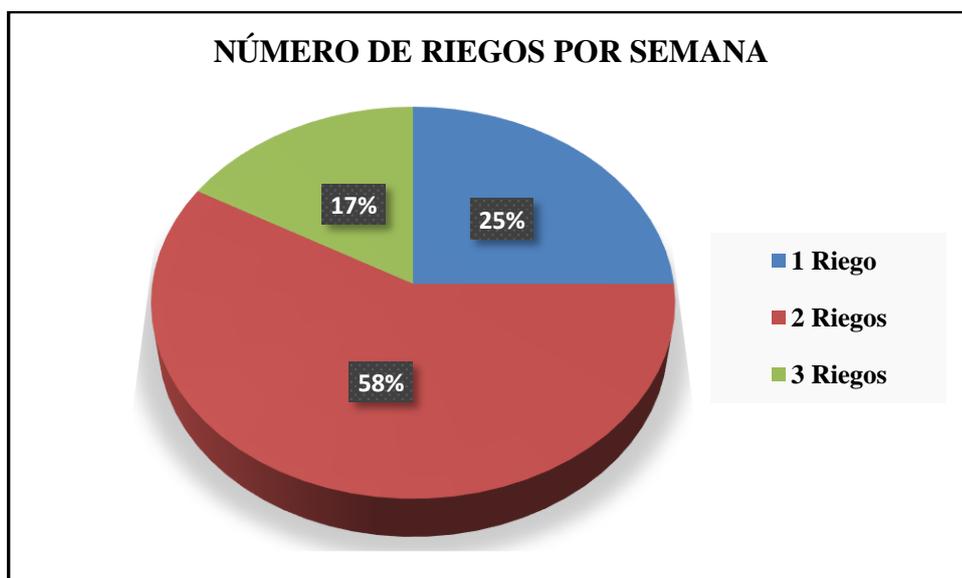
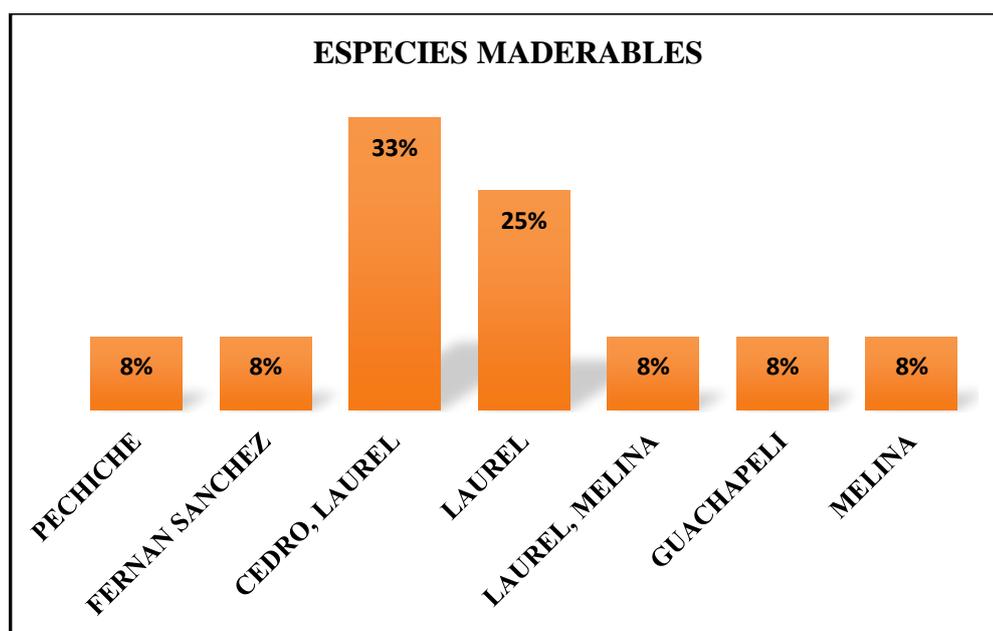


Figura 3. Número de riegos para cacao por semana en la comuna Loma Alta

En la Figura 3 se puede observar que el 58% de los encuestados manifiestan que el riego a la plantación de cacao en monocultivo la realizan dos veces por semana durante dos horas diarias; el 25% de productores una vez por semana una hora diaria y el 17% manifiestan que lo realizan tres veces por semana; el número de veces depende de la época y de las condiciones ambientales de la zona.

De acuerdo con Orozco y Sampson (2016), la frecuencia de riegos depende de la estación; en plantaciones de cacao bajo sistema agroforestal es recomendable de diciembre a mayo, cuando el clima es cálido y lluvioso regar cada 5 días, mientras que de junio a noviembre en épocas secas se recomienda regar cada tres días. En cuanto a los requerimientos hídricos cada planta de cacao en edad productiva mayor igual a cinco años, requiere de 4 a 6 mm de agua planta/día para que pueda desarrollarse adecuadamente, es decir 1825 mm de agua al año aproximadamente en las comunas en estudio realizado.

**d) Especies maderables utilizadas en la implementación de cacao bajo sistema agroforestal**

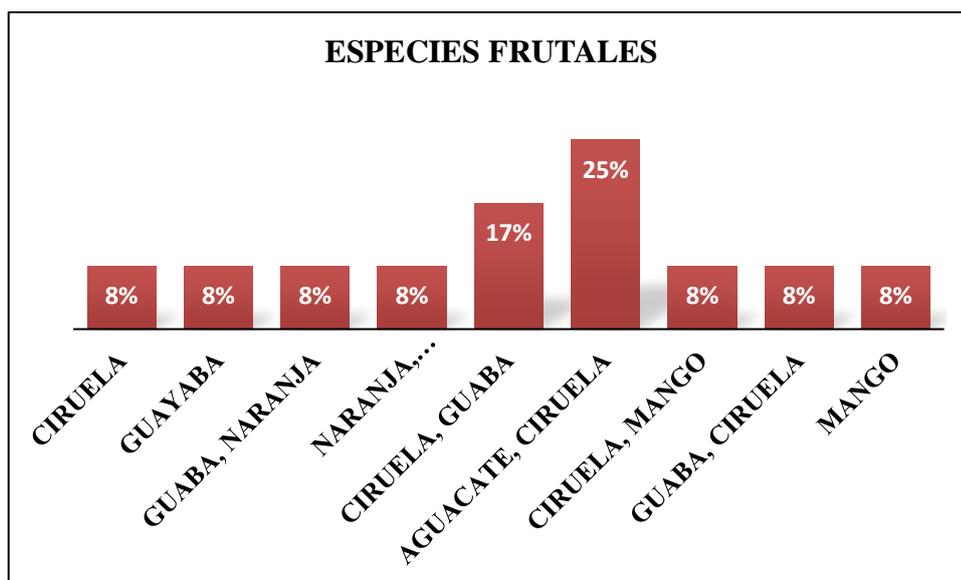


**Figura 4. Especies maderables aceptadas en la comuna Loma Alta como sombra de cacao**

En la Figura 4 se detallan las especies con mayor aceptación por los productores para ser incorporadas en la plantación de cacao como sombra permanente en sistema agroforestal son: el 25% optaron por cedro (*cedrela odorata*), laurel (*Cordia alliodora*), mientras que el 8% por Fernán Sánchez (*Triplaris cumingiana*) y melina (*Gmelina arborea*) para asociar cacao bajo sistemas agroforestales.

La información obtenida sobre especies maderables se corresponden con las especies propuestas por Gildardo y Palencia (2006) quien señala que para sistema agroforestal deben tener rápido crecimiento, que provean madera de buena calidad, susceptibles a plagas y enfermedades, se adaptan a las condiciones climáticas de la zona. Las especies maderables más utilizadas para proporcionar sombra al cultivo de cacao son: laurel, teca, melina, cedro y caoba. De acuerdo con el autor algunas especies algunos productores de cacao utilizan especies similares las mismas que tienen rápido crecimiento y proporcionan sombra al cultivo.

**e) Especies de frutales perennes identificadas por los productores para plantación de cacao bajo sistema agroforestal**



**Figura 5. Especies frutales aceptadas en la comuna Loma Alta para sombra de cacao**

En la Figura 5 las principales especies de frutales perennes identificadas para implementar sombra al cultivo de cacao son: el 17% ciruela (*Spondias purpurea*),

mientras que el 8% guayaba (*Psidium guajava*), naranja (*Citrus x cinensis*), mandarina (*Citrus reticulata*), guaba (*Inga sp*), mango (*Mangífera indica*) y el 25% aguacate (*Persea americana*) para asociar cacao bajo sistemas agroforestales. Fallas (2012) afirma que las especies frutales recomendadas como sombra permanente en el cultivo de cacao son: naranja, limón, mandarina, aguacate, guayaba, guanábana y guaba.

En relación a los frutales perennes en sistema agroforestal como sombra de cacao, el diagnóstico cuantificó que las más usados fueron Quiroz y Mestanza (2012) indican que las especies frutales deben poseer sistema radicular profundo, resistentes a plagas, enfermedades, se caracterizan por poseer hojas fáciles de descomponerse, fáciles de propagarse mediante semillas o estacas y los frutos no son muy pesados. En el diagnóstico realizado se logra observar que los productores de cacao incorporan especies frutales a su sistema, considerando que sean especies que no perjudiquen al cultivo.

**f) Número de jornales para una implementación de una hectárea de cacao.**

En la tabla 5 se detalla el número de jornales que se requiere para realizar la plantación de una hectárea de cacao nacional fino de aroma en áreas cercanas a las vías carrozables (500m) aproximadamente son:

**Tabla 5. Número de jornales para implementar una hectárea de cacao Nacional fino de aroma en la comuna Loma Alta**

<b>Actividad</b>	<b>Número de jornales</b>
Transporte de plantas (vivero- sitio de plantación)	6
Balizado	4
Limpieza del terreno	5
Hoyado	10
Plantación	6
Riego inicial	2

Para estimar la cantidad de jornales se tomaron en consideración datos obtenidos en la encuesta de diagnóstico. De acuerdo con Manual de procedimientos Inta (2016), un jornal es aquel sueldo que recibe un trabajador por una jornada de trabajo. En la zona de estudio el jornal tiene un valor de \$ 15,00 por una jornada laboral de 8 horas y el número de jornales para la implementación es similar.

#### **g) Producción**

El cacao que se produce en Loma Alta es comercializado directamente desde la finca en almendra seca para reducir costos de transporte. En plantaciones de cacao bajo sistema agroforestal de 4 años aproximadamente se obtienen alrededor de 0,5 tm/ha, mientras que los productores que mantienen en monocultivo obtienen alrededor de cinco quintales por hectárea. De acuerdo con MAGAP (2011), el rendimiento promedio de cacao nacional fino de aroma en plantaciones de 4 años es de 0,8 tm/ha.

#### **h) Costo de combustible para funcionamiento de Bomba - Riego**

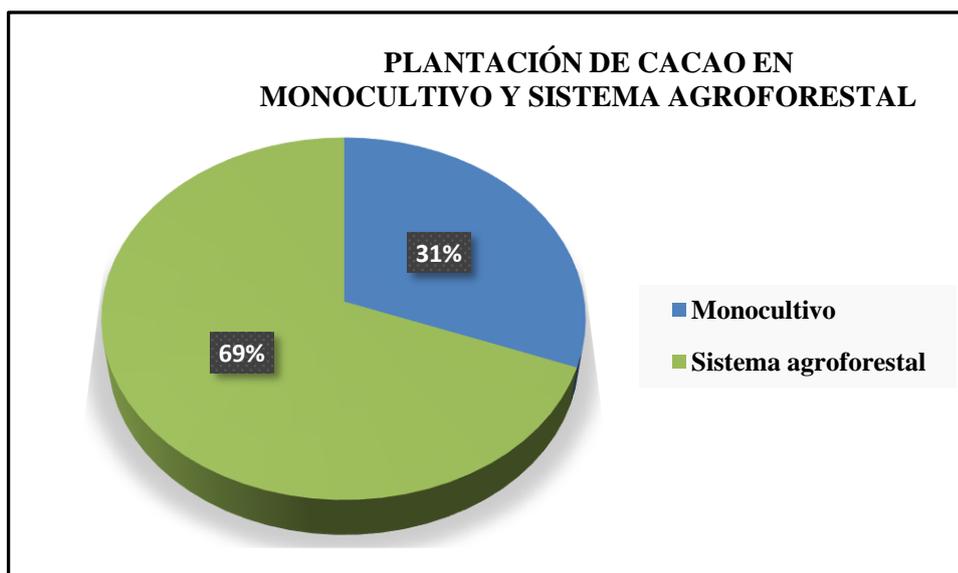
El costo del combustible empleado en la bomba para riego de 1ha de cacao 2 a 3 riegos por semana es de \$ 6,00 a \$ 10,00 lo que equivale a un costo de \$ 3,00 por riego. Los productores de cacao poseen bombas de agua de 5 hp a gasolina y de 12 hp a diésel.

### ***3.1.2.- Diagnóstico de la comuna Cerezal Bellavista***

En la Comuna Cerezal Bellavista el cultivo de cacao lo realizan en forma similar que en Loma Alta. Los productores mantienen entre 0,5 y 3,0 ha, poseen plantación de cacao CCN51 y nacional fino de aroma de los clones EET95, EET96, EET103, EET504 como monocultivo.

#### **a) Plantación de cacao en monocultivo y en sistema agroforestal**

Del total de encuestados, nueve productores que equivale al 69%, poseen cacao CCN51 y nacional fino de aroma de los clones EET95, EET96, EET103, EET504 bajo sistema agroforestal, mientras que cuatro productores que representa el 31% poseen plantación de cacao en monocultivo (Figura 6).



**Figura 6. Plantación de cacao en monocultivo y sistema agroforestal en comuna Cerezal Bellavista**

**b) Sistema de riego para la plantación de cacao**

En la Figura 7 se observa el sistema de riego que mayor disponen los productores de cacao es por goteo, lo cual se debe a que el sistema tiene el menor costo por hectárea, comparados con otros sistemas de riego utilizados para la producción de cacao.



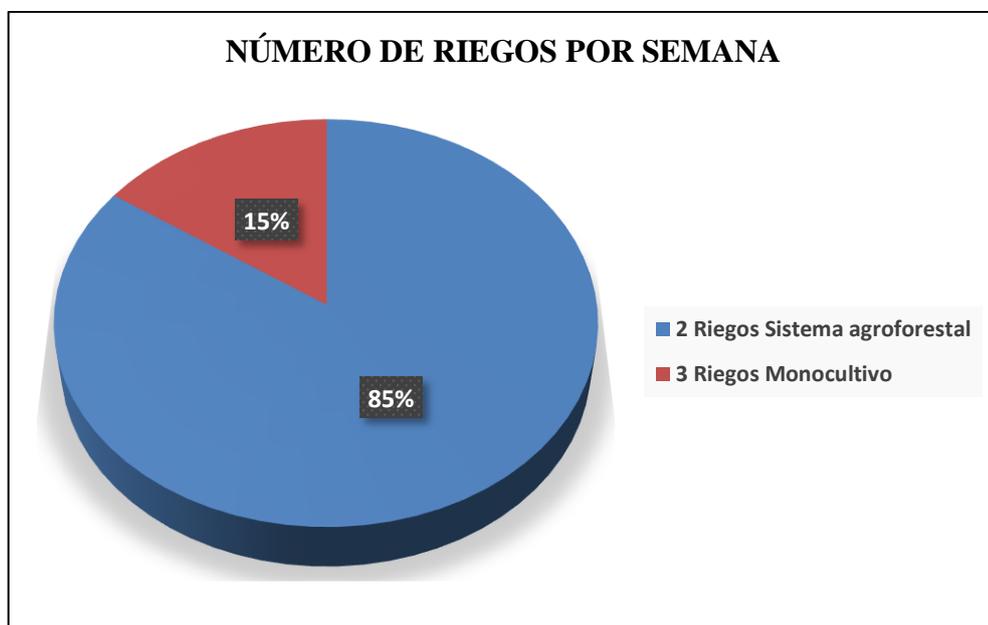
**Figura 7. Tipos de sistemas de riego para cacao en la comuna Cerezal Bellavista**

En el estudio realizado el 85% de productores encuestados utilizan sistema de riego por goteo en la producción de cacao, el 15% restante poseen riego por micro aspersión.

La cantidad de agua utilizada en la producción de cacao, está relacionada con el desarrollo del cultivo, tipo de suelo y las condiciones climáticas del sitio de la plantación. Según revista Anecacao (2018), El riego por goteo en plantaciones de cacao permite corregir carencias hídricas asegurando uniformidad; mientras que utilizando en sistema de riego por micro aspersion se debe considerar la ubicación de los aspersores para asegurar mayor cobertura a todas las plantas.

### c) Número de riegos por semana

En el diagnóstico a los productores de cacao se logró identificar que el 85% de los encuestados riegan plantación tres días por semana y el 15% riegan dos días por semana durante dos horas (Figura 8).

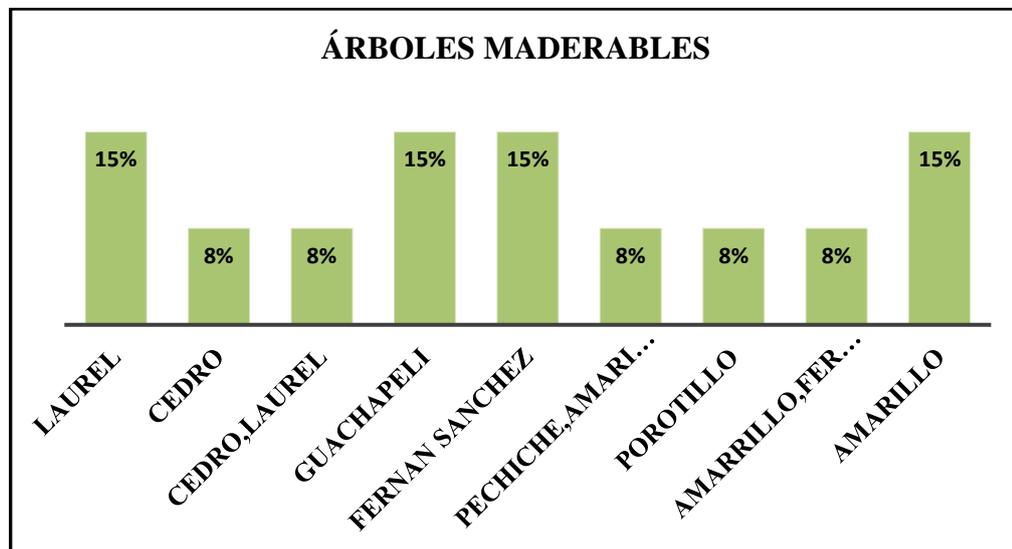


**Figura 8. Número de riegos por semana para cacao en la comuna Cerezal Bellavista**

De acuerdo con Orozco y Sampson (2016), la frecuencia de riegos depende de la estación climática del año; En plantaciones de cacao bajo sistema agroforestal es recomendable en los meses de diciembre a mayo, cuando el clima es cálido y lluvioso regar cada 5 días, mientras que de junio a noviembre en pocas secas se recomienda regar cada tres días. En la comuna los productores realizan el riego en plantaciones

con monocultivo 3 veces por semana durante dos horas mientras que en sistema agroforestal de 1 a 2 riegos por semana.

**d) Especies maderables como sombra permanente seleccionadas por los productores de cacao**



**Figura 9. Especies maderables aceptadas en la comuna Cerezal Bellavista para sombra permanente de cacao**

En la Figura 9 se observa que las especies con mayor aceptación entre los productores para ser incorporadas en la plantación de cacao como sombra permanente son: el 8% Fernán Sánchez (*Triplaris cumingiana*), cedro (*Cedrela odorata*), mientras que el 15% laurel (*Cordia alliodora*), formando sistemas agroforestales. Gildardo y Palencia (2006), señalan que las especies para sombra de cacao deben ser de rápido crecimiento, proveer madera de buena calidad, resistentes a plagas y enfermedades, se adaptan a las condiciones climáticas de la zona. En la zona estas especies pueden proveer sombra a partir del tercer a cuarto año.

e) Especies de frutales perennes seleccionadas por los productores de cacao

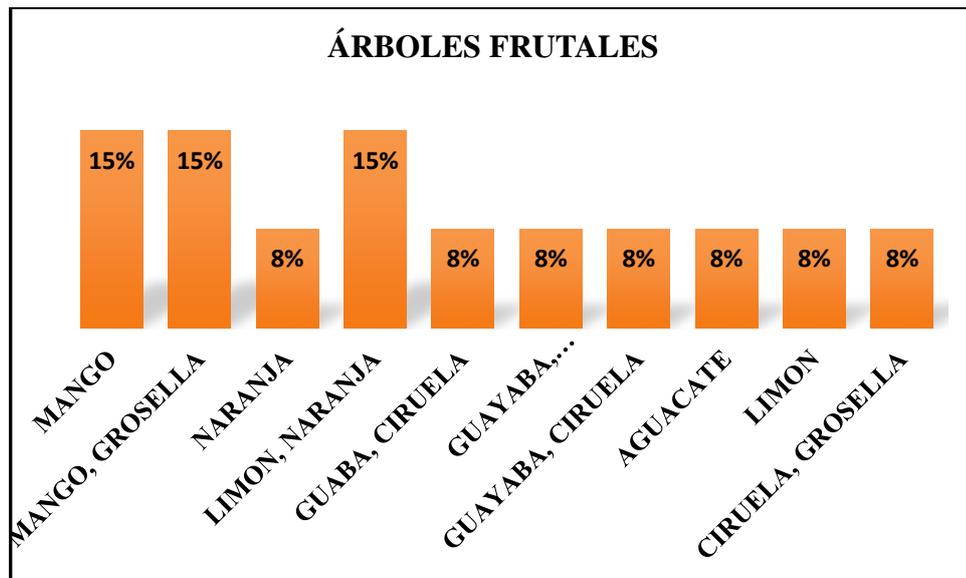


Figura 10. Especies frutales aceptadas en la comuna Cerezal Bellavista para sombra permanente de cacao

En la Figura 10 se detalla los resultados de la encuesta aplicada a los productores de cacao las especies de frutales utilizadas para sombra permanente son: el 15% eligieron mango (*Mangífera indica*), grosella (*Phyllanthus acidus*), naranja (*Citrus x cinensus*), limón (*Citrus x limon*), mientras que el 8% guayaba (*Psidium guajava*), aguacate (*Persea americana*) para asociar cacao bajo sistemas agroforestales. Según Fallas (2012), afirma que las especies frutales recomendadas como sombra permanente en el cultivo de cacao son: naranja (*Citrus x cinensus*), limón (*Citrus x limon*), mandarina (*Citrus reticulata*), aguacate (*Persea americana*), mango (*Mangífera indica*), guayaba (*Psidium guajava*), guanábana (*Annona muricata*) y guaba (*Inga edulis*). Quiroz y Mestanza (2012), mencionan que las especies frutales a deben ser resistentes a plagas, enfermedades, sistema radicular profundo, hojas fáciles de descomponerse.

**f) Mano de obra para la plantación de una hectárea de cacao.**

El número de jornales que se requiere para realizar la plantación de una hectárea de cacao nacional fino de aroma en áreas cercanas a las vías carrozables (500m) aproximadamente es:

**Tabla 6. Número de jornales para implementar una hectárea de cacao Nacional fino de aroma en la comuna Cerezal Bellavista**

<b>Actividad</b>	<b>Número de jornales</b>
Transporte de plantas (vivero- sitio de plantación)	6
Balizado	4
Limpieza del terreno	5
Hoyado	10
Plantación	6
Riego inicial	2

En la tabla 6 se establece el promedio de jornales en la comuna Cerezal Bellavista que se requieren para la implementación de 1 ha de cacao a una distancia de 3 x 3 metros. Un jornal en la zona de estudio tiene un valor de \$ 15,00 por una jornada laboral de 8 horas. El jornalero en Ecuador recibe \$ 12,00 por 5 horas es decir media jornada de trabajo (El telégrafo, 2017).

***3.2.- Diseños para plantación de cacao bajo sistema agroforestal***

El diseño agroforestal permite definir la ubicación de las plantas de cacao y árboles en la parcela, dando adecuado uso del espacio; se deben considerar las especies a utilizar, distancias de plantación, porcentaje de sombra (Ávila et al, 2015).

Los diseños agroforestales se realizan en base a los resultados obtenidos en las encuestas aplicadas a los productores de cacao en las comunas de Loma Alta y Cerezal Bellavista.

En base a los resultados obtenidos en el diagnóstico a los productores de las comunas de Loma Alta y Cerezal Bellavista se elaboraron tres diseños considerando las condiciones climáticas y las observaciones realizadas durante el trabajo de campo.

- a) El primer diseño incluye plantación de cacao bajo sombra temporal de plátano y sombra permanente de frutales perennes.
- b) El segundo diseño incluye plantación de cacao bajo sombra temporal de plátano y sombra permanente de especies maderables.
- c) El tercer diseño incluye plantación de cacao bajo sombra permanente de frutales perennes y especies maderables.

### 3.2.1.- Primer diseño: Plantación de cacao con sombra temporal de plátano y sombra permanente de frutales perennes

El diseño del sistema agroforestal trata de obtener como resultado producción de cacao a partir del tercer año, plátano durante los primeros tres años y frutales desde el tercer año. El diseño incluye: cacao nacional fino de aroma a una distancia de plantación de 3 x 3 metros, plátano dominico como sombra temporal a 3 x 6 metros y frutales perennes como: grosella, limón, mandarina, guaba a distancias de 12 x 12 metros como sombra permanente.

#### a) Diagrama horizontal del sistema agroforestal

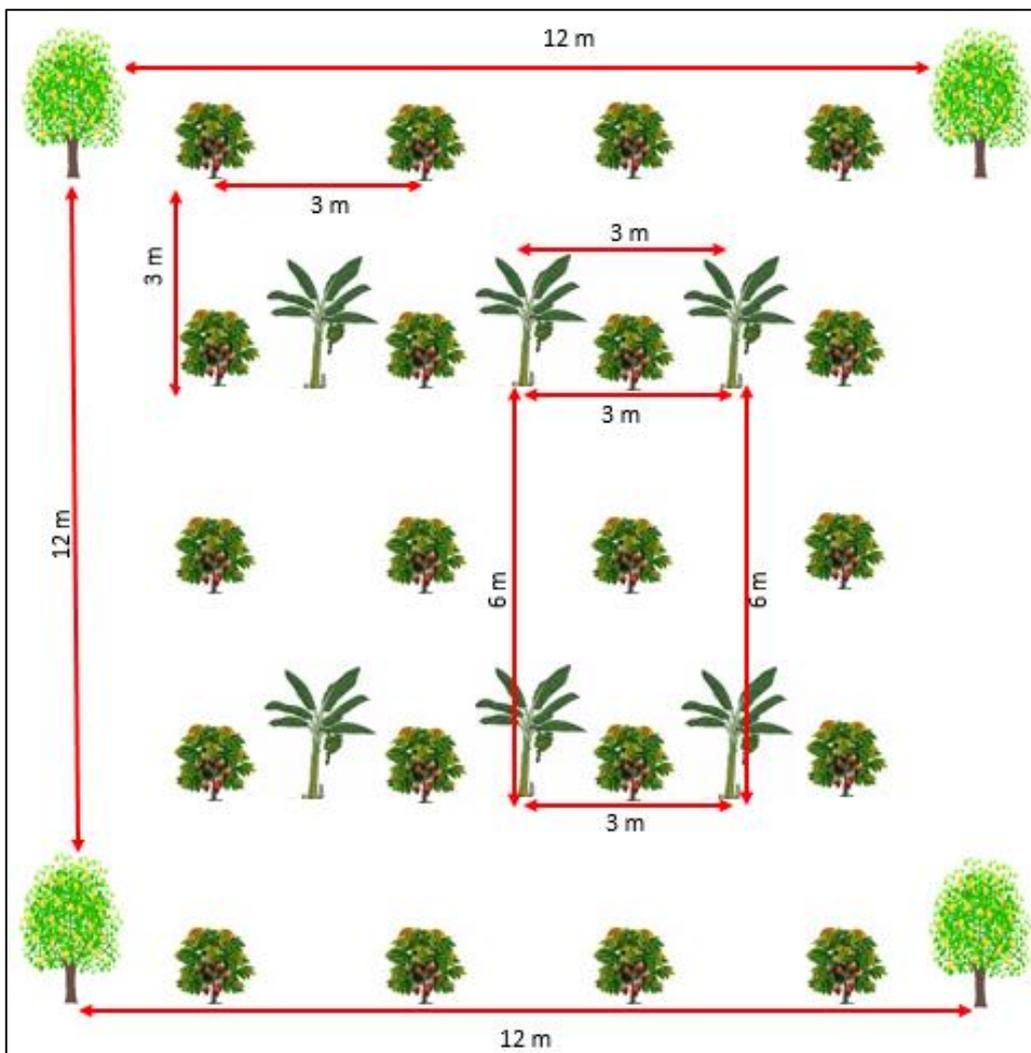
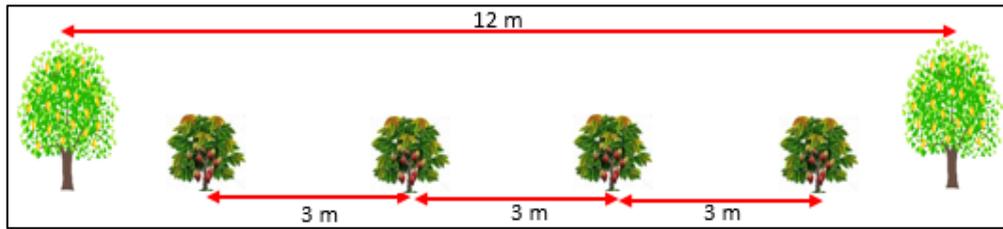


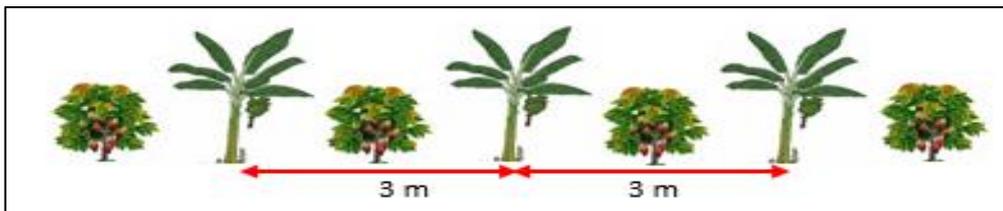
Figura 11. Diagrama horizontal plantación de cacao con sombra temporal de plátano y sombra permanente de frutales perennes

**b) Diagrama vertical del sistema agroforestal**



**Figura 12. Primer corte vertical muestra cacao y frutales**

El diagrama vertical corresponde a la primera fila que incluye árboles frutales a 12 x 12 metros y cacao cada 3 x 3 metros.



**Figura 13. Segundo corte vertical muestra cacao y plátano**

El diagrama corresponde a la segunda fila a implementar cacao cada 3 metros y plátano intermedio de las hileras de cacao. Luego las filas se repiten de similar forma.

**Tabla 7. Especies de plantas requeridas en el diseño agroforestal**

	<b>Especies</b>	<b>Distanciamiento de siembra</b>	<b>N° de plantas</b>
	Cacao	3 x 3	1042*
	Plátano	3 x 6	555
	Frutales Perennes	12x 12	69

Total plantas de cacao 1,111 de estas se restan 69 plantas porque los mismos espacios son ocupados por los frutales perennes dando como resultado 1042 plantas de cacao.

c) Costos de implementación del primer diseño

**Tabla 8. Costos de plantación de cacao con sombra provisional de plátano y sombra permanente de frutales**

Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario (\$)		Costo total (\$)
			Anual	Trimestral	
<b>1. Material vegetal</b>					
Plantas cacao	Planta	1042	0,70		729,40
Plantas plátano	Planta	555	0,40		222
Frutales	Planta	69	3,00		207,00
<b>2. Insumos</b>					
Fertilizante 20-20-20	Kg	52,10	0,70		36,47
<b>3. Herramientas</b>			<b>Depreciación</b>		
			<b>Anual</b>	<b>Trimestral</b>	
Barra	unidad	1	7,67	1,92	23,00
Excavadora manual	unidad	1	8,33	2,08	25,00
Pala	unidad	1	6,67	1,67	20,00
Piola	libras	1	2,50	2,50	2,50
Carretilla	unidad	1	18,33	4,58	55,00
Cinta métrica 50m	unidad	1	25,00	25,00	25,00
<b>4. Mano de obra</b>					
Transporte de plantas	jornal	6	15,00		90,00
Hoyado	jornal	6	15,00		90,00
Fertilización	jornal	4	15,00		60,00
Siembra	jornal	5	15,00		75,00
Riego	jornal	4	15,00		60,00
<b>5. Sistema de riego</b>					
Micro aspersión					3,500
<b>Costo total</b>					<b>5 220.37</b>

Los costos que genera la plantación de cacao bajo sombra son: adquisición de material vegetal, insumos, mano de obra, herramientas.

El costo de la implementación asciende a \$ 5 220.37 de los cuales \$ 1 720.37 corresponden a material vegetal, insumos, herramientas y \$ 3 500 al sistema de riego por micro aspersión.

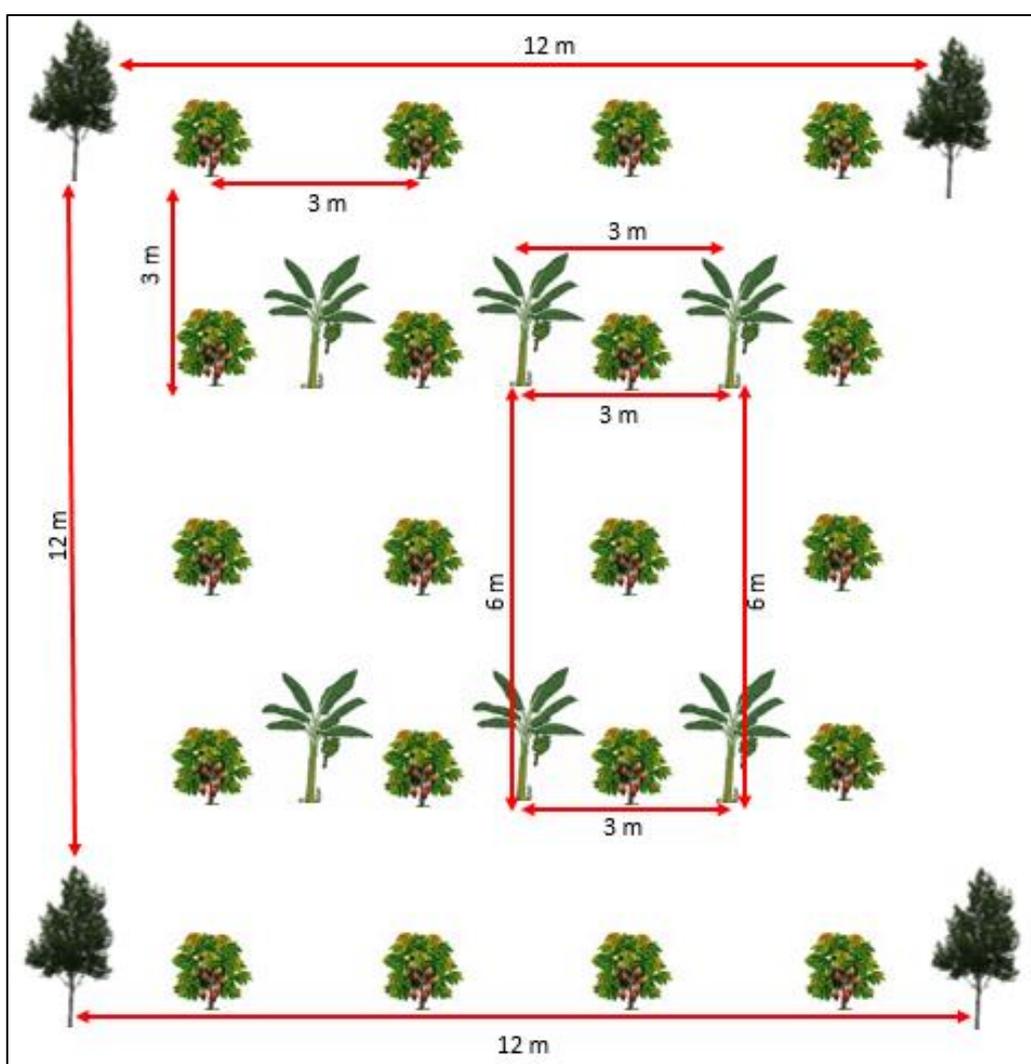
Hay que considerar que en las comunas instituciones como MAG, Buen vivir, Pidaasse que laboran en la zona donan a los agricultores los costos del material vegetal y el sistema de riego.

De acuerdo con MAGAP (2013), el costo para implementar una hectárea de cacao es de aproximadamente \$ 5 881.80 de los cuales \$ 2 381.80 conciernen a material vegetal e insumos y \$ 3 500 al sistema de riego. En caso que dependiera únicamente del agricultor la implementación de cacao con sistema de riego, la actividad sería poco ejecutada debido al alto costo del sistema de riego.

### 3.2.2.- Segundo diseño: *Plantación de cacao con sombra temporal de plátano y sombra permanente de maderables*

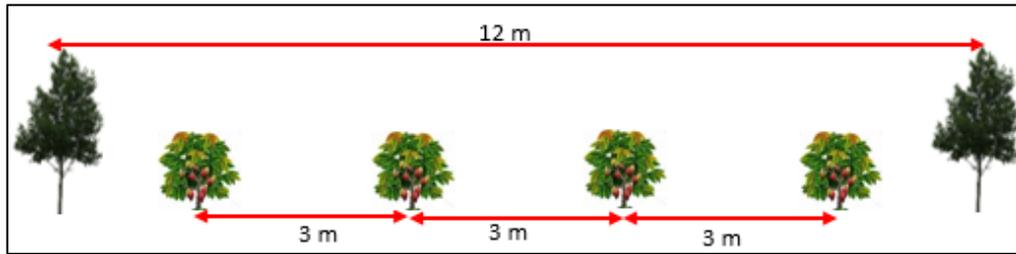
El sistema agroforestal trata de obtener producción de cacao a partir del tercer año, producción de plátano durante los tres primeros años y madera de especies como laurel a los 20 años. El diseño incluye: cultivo de cacao nacional fino de aroma a una distancia de 3 x 3 metros, plátano dominicano como sombra provisional a 3 x 6 metros y especies maderables como sombra permanente como: cedro, laurel, melina a distancias de 12 x 12 metros.

#### a) **Diagrama horizontal del sistema agroforestal**



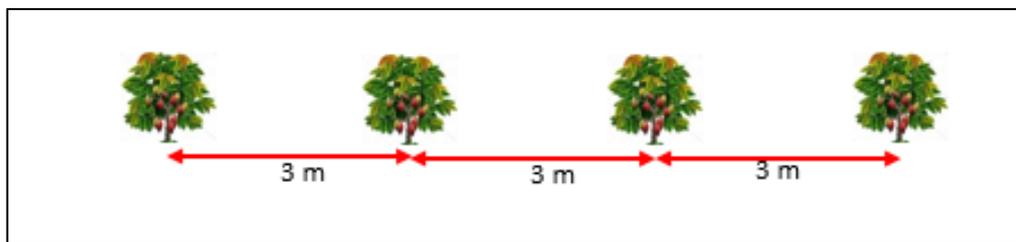
**Figura 14. Diagrama horizontal Plantación de cacao con sombra temporal de plátano y sombra permanente de maderables**

**b) Diagrama vertical del sistema agroforestal**



**Figura 15. Primer corte vertical muestra cacao y maderables**

El diagrama representa la primera fila que incluye árboles maderables a 12 x 12 metros y cacao a 3 x 3 metros.



**Figura 16. Segundo corte vertical muestra cacao**

El segundo diagrama incluye cacao a 3 x 3 metros.

**Tabla 9. Especies de plantas requeridas en el diseño agroforestal**

Especies	Distanciamiento de siembra	Nº de plantas
 Cacao	3 x 3	1042*
 Plátano	3 x 6	555
 Especies maderables	12 x 12	69

Total plantas de cacao 1,111 de estas se restan 69 plantas porque los mismos espacios son ocupados por especies maderables dando como resultado 1042 plantas de cacao.

c) Costos de implementación del segundo diseño

**Tabla 10. Costos de implementación plantación de cacao con sombra provisional de plátano y sombra permanente de maderables**

Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario		Costo total
			(\$)		
<b>1. Material vegetal</b>					
Plantas cacao	Planta	1042	0,70		729,40
Plantas plátano	Planta	555	0,40		222,00
Maderables	Planta	69	0,25		17,25
<b>2. Insumos</b>					
Fertilizante 20-20-20	Kg	52,10	0,70		36,47
<b>3. Herramientas</b>			<b>Depreciación</b>		
			<b>Anual</b>	<b>Trimestral</b>	
Barra	unidad	1	7,67	1,92	23,00
Excavadora manual	unidad	1	8,33	2,08	25,00
Pala	unidad	1	6,67	1,67	20,00
Piola	libras	1	2,50	2,50	2,50
Carretilla	unidad	1	18,33	4,58	55,00
Cinta métrica 50m	unidad	1	25,00	2,50	25,00
<b>4. Mano de obra</b>					
Transporte de plantas	jornal	6	15,00		90,00
Hoyado	jornal	6	15,00		90,00
Fertilización	jornal	4	15,00		60,00
Siembra	jornal	5	15,00		75,00
Riego	jornal	4	15,00		60,00
<b>5. Sistema de riego</b>					
Micro aspersión					3,500
<b>Costo total</b>					<b>5,030.62</b>

El costo de la implementación asciende a \$ 5 030.62 de los cuales \$ 1 530.62 corresponden a material vegetal, insumos, herramientas y \$ 3 500 al sistema de riego por micro aspersión.

Hay que considerar que en las comunas instituciones como Mag, Buen vivir, Pidaasse que laboran en la zona donan a los agricultores los costos del material vegetal y el sistema de riego.

De acuerdo con INIAP (2014) el costo de producción en el establecimiento de 1ha de cacao es de \$ 5 683,00 y el sistema de riego por micro aspersión para el cultivo de cacao tiene un costo de \$ 3 800,00. En el presente trabajo el costo de implementación es de \$ 5 030.62 y el sistema de riego por micro aspersión es de \$ 3 500,00.

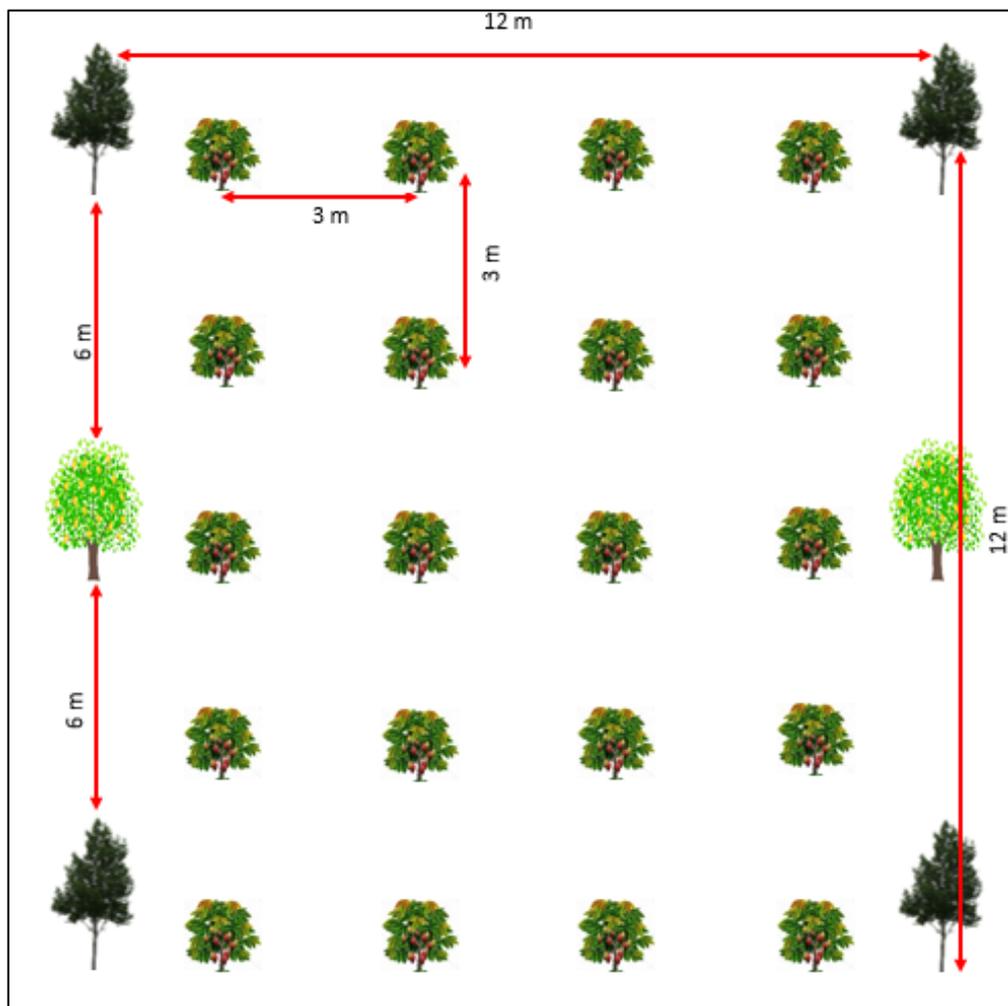
### 3.2.3.- Tercer diseño: Plantación de cacao con sombra permanente de frutales perennes y maderables

El sistema agroforestal trata de obtener producción de cacao a partir del tercer año, frutales como limón al tercer año y madera como laurel a los 20 años.

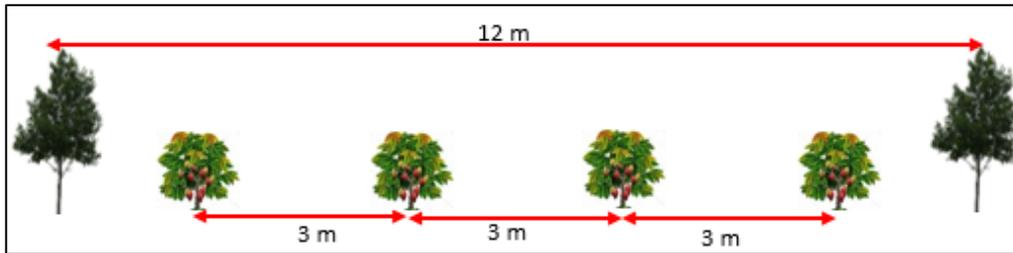
El diseño incluye: cultivo de cacao nacional fino de aroma a una distancia de 3 x 3 metros, especies de frutales perennes como: grosella, guaba, limón, mandarina y especies maderables para sombra permanente como: cedro, laurel, melina a distancias de 12 x 12 metros.

#### a) Diagrama horizontal del sistema agroforestal

Figura 17. Diagrama horizontal Plantación de cacao con sombra permanente de maderables y frutales

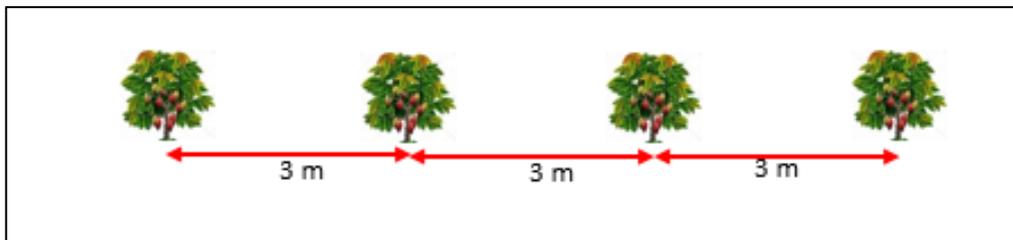


**b) Diagrama vertical del sistema agroforestal**



**Figura 18. Primer corte vertical muestra cacao y maderables**

El diagrama vertical del primer corte incluye árboles maderables a 12 metros y cacao a 3 metros.



**Figura 19. Segundo corte vertical muestra cacao**

El segundo corte del diagrama vertical contiene cacao a 3 metros.

**Tabla 11. Especies de plantas requeridas en el diseño agroforestal**

	<b>Especies</b>	<b>Distanciamiento de siembra</b>	<b>N° de plantas</b>
	Cacao	3 x 3	1042*
	Maderables	12 x 12	69
	Frutales perennes	12 x 12	69

Total plantas de cacao 1,111 de estas se restan 69 plantas porque los mismos espacios son ocupados por los frutales perennes dando como resultado 1042 plantas de cacao.

c) Costos de implementación del tercer diseño

**Tabla 12. Costos de implementación plantación de cacao con sombra provisional de plátano y sombra permanente de laurel y guaba**

Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario		Costo total (\$)
			(\$)		
<b>1. Material vegetal</b>					
Plantas cacao	Planta	1042	0,70		729,40
Laurel	Planta	69	0,25		17,25
Guaba	Planta	69	3,00		207,00
<b>2. Insumos</b>					
Fertilizante 20-20-20	kg	52,10	0,70		36,47
			<b>Depreciación</b>		
<b>3. Herramientas</b>			<b>Anual</b>	<b>Trimestral</b>	
Barra	unidad	1	7,67	1,92	23,00
Excavadora manual	unidad	1	8,33	2,08	25,00
Pala	unidad	1	6,67	1,67	20,00
Piola	libras	1	2,50	2,50	2,50
Carretilla	unidad	1	18,33	4,58	55,00
Cinta métrica 50m	unidad	1	25,00	2,50	25,00
<b>4. Mano de obra</b>					
Transporte de plantas	jornal	6	15,00		90,00
Hoyado	jornal	6	15,00		90,00
Fertilización	jornal	4	15,00		60,00
Siembra	jornal	5	15,00		75,00
Riego	jornal	4	15,00		60,00
<b>5. Sistema de riego</b>					
Micro aspersión					3,500
<b>Costo total</b>					<b>5,015.62</b>

El costo de la implementación asciende a \$ 5 015.62 de los cuales \$ 1 515.62 corresponden a material vegetal, insumos, herramientas y \$ 3 500 al sistema de riego por micro aspersión.

MAGAP (2013) menciona que la implementación de 1ha de cacao nacional fino de aroma en el Ecuador tiene un costo aproximado de \$ 4 475.00 incluido el sistema de riego por micro aspersión. En este trabajo el costo de implementación del sistema agroforestal que incluye plantación de cacao, con sombra temporal de plátano y sombra permanente de frutales es de aproximadamente \$ 5 194.12 El sistema incluye riego por micro aspersión que es de aproximadamente \$ 3 500 por hectárea.

### ***3.3.- Diseño agroforestal aceptado por los productores en las comunas Loma Alta y Cerezal Bellavista***

#### ***3.3.1.- Aceptación y selección del diseño agroforestal***

Con la segunda encuesta realizada a los productores de cacao de las comunas de Loma Alta y Cerezal Bellavista se seleccionó el diseño de mayor aceptación por los agricultores para definir el diseño consideró la producción de cacao, frutales y sobre todo el costo de plantación del sistema.

El diseño agroforestal aceptado trata de obtener producción de cacao a partir del tercer año, plátano durante los tres primeros años y frutales desde el tercer año, el mismo que está formado por: cacao nacional fino de aroma a una distancia de 3 x 3 metros, plátano dominico como sombra temporal a 3 x 6 metros y frutales perennes como sombra permanente a distancias de 12 x 12 metros.

### 3.3.2.- Diseño del sistema agroforestal

El sistema agroforestal trata de obtener producción de cacao a partir del tercer año, plátano durante los tres primeros años y frutales como limón desde el tercer año.

Para el diseño se requiere de: cultivo de cacao nacional fino de aroma a una distancia de 3 x 3 metros, plátano dominico como sombra provisional a 3 x 6 metros y frutales perennes como sombra permanente como: grosella, limón, mandarina, guaba a distancias de 12 x 12 metros.

#### a) Diagrama horizontal del sistema agroforestal aceptado por los productores

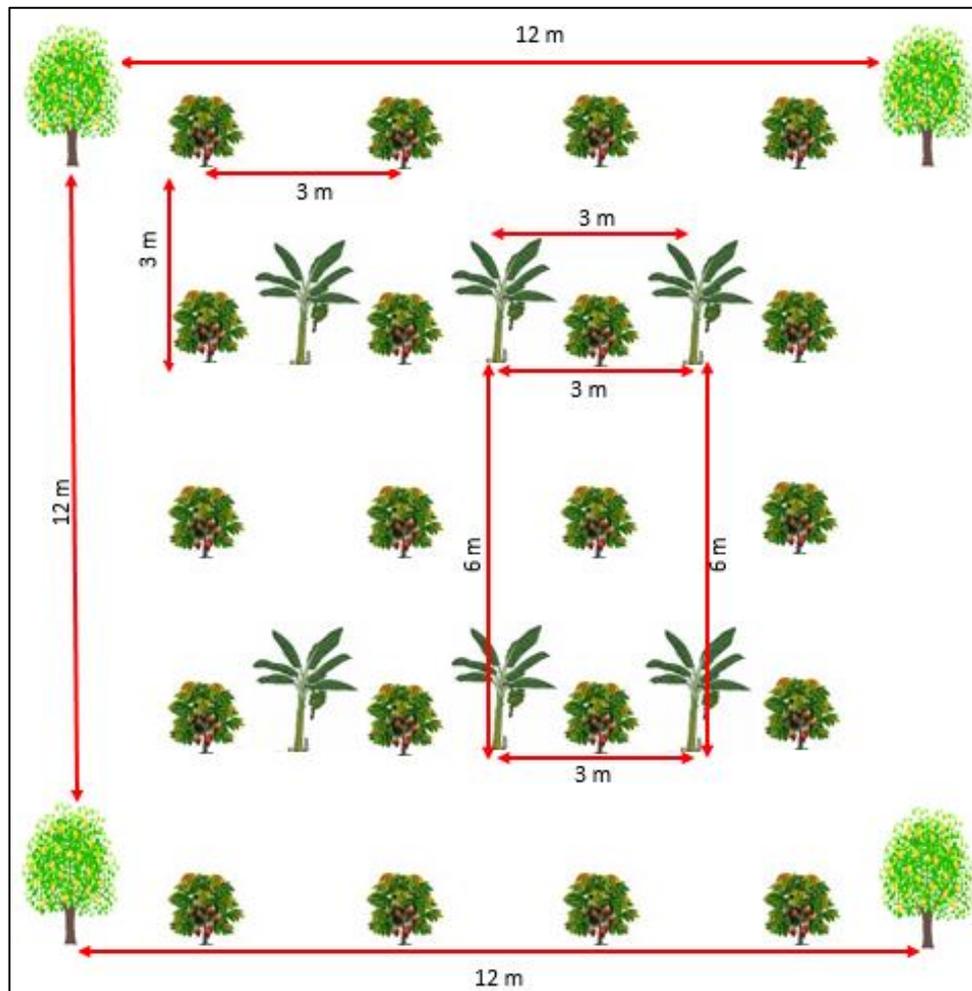
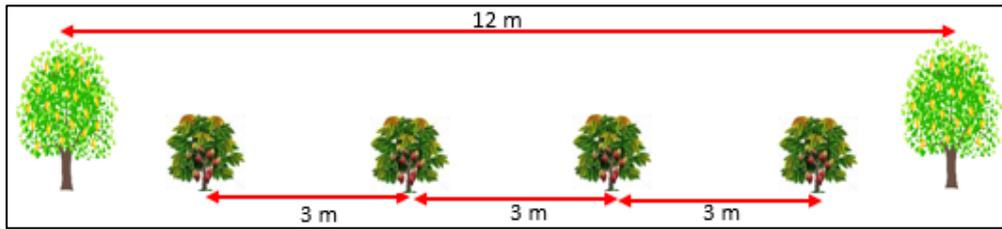


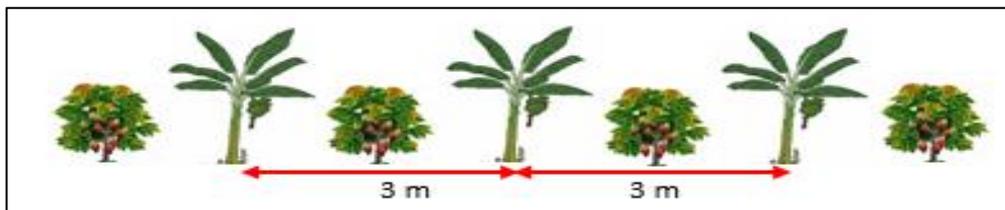
Figura 20. Diagrama horizontal del diseño agroforestal para las comunas Loma Alta y Cerezal Bellavista

**b) Diagrama vertical del sistema agroforestal**



**Figura 21. Primer corte vertical muestra cacao y frutales**

Corresponde a la primera fila que incluye cacao a 3 x 3 metros y árboles frutales a 12 x 12 metros.



**Figura 22. Segundo corte vertical muestra cacao y plátano**

El diagrama corresponde a la segunda fila a implementar cacao cada 3 x 3 metros y plátano intermedio de las hileras de cacao. Luego las filas se repiten de similar forma.

**Tabla 13. Especies de plantas requeridas en el sistema agroforestal**

	Especies	Distanciamiento de siembra	N° de plantas
	Cacao	3 x 3	1042*
	Plátano	3 x 6	555
	Frutales Perennes	12x 12	69

Total plantas de cacao 1,111 de estas se restan 69 plantas porque los mismos espacios son ocupados por especies frutales dando como resultado 1042 plantas de cacao.

### 3.3.3.- Costos de implementación del sistema

Los costos que genera el sistema agroforestal con cacao nacional fino de aroma considera rubros como: adquisición de material vegetal, insumos, mano de obra, transportación de plantas y depreciación de herramientas; se detallan a continuación:

**Tabla 14. Costos de implementación diseño agroforestal aceptado por los productores de las comunas Loma Alta y Cerezal Bellavista**

Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario (\$)		Costo total (\$)
<b>1. Material vegetal</b>					
Plantas cacao	Planta	1042	0,70		729,40
Plantas plátano	Planta	555	0,40		222,00
Frutales	Planta	69	3,00		207,00
Fertilizante 20-20-20	Kg	52,10	0,70		36,47
Combustible	L	20	0,27		5,40
<b>2. Herramientas</b>			<b>Depreciación</b>		
			<b>Anual</b>	<b>Trimestral</b>	
Barra	unidad	1	7,67	1,92	23,00
Excavadora manual	unidad	1	8,33	2,08	25,00
Pala	unidad	1	6,67	1,67	20,00
Piola	libras	1	2,50	2,50	2,50
Carretilla	unidad	1	18,33	4,58	55,00
Tijeras para podar	unidad	5	41,66	10,41	125,00
Cinta métrica 50m	unidad	1	25,00	25,00	25,00
<b>3. Mano de obra</b>					
Transporte de plantas	jornal	8	15,00		90,00
Hoyado cacao	jornal	8	15,00		120,00
Hoyado plátano	jornal	6	15,00		90,00
Hoyado frutales	jornal	5	15,00		75,00
Fertilización	jornal	4	15,00		60,00
Siembra	jornal	5	15,00		75,00
Riego	jornal	4	15,00		60,00
<b>4. Sistema de riego</b>					
Micro aspersión					3500,00
<b>Costo total</b>					<b>5545,77</b>

El costo aproximado del diseño aceptado por los productores de cacao es de \$5 545,77 incluidos insumos y sistema de riego.

### 3.4.- Análisis económico producción de cacao en sistema agroforestal y monocultivo

#### 3.4.1.- Costos de implementación de 1ha de cacao bajo sistema agroforestal

En la inversión los costos de establecimiento de una hectárea de cacao bajo sistema agroforestal con sombra temporal de plátano y sombra permanente de frutales.

**Tabla 15. Costos de implementación plantación de cacao en sistema agroforestal**

Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario		Costo total (\$)
			(\$)		
<b>1. Material vegetal</b>					
Plantas cacao	Planta	1042	0,70		729,40
Plantas plátano	Planta	555	0,40		222,00
Frutales	Planta	69	3,00		207,00
Fertilizante 20-20-20	kg	52,10	0,70		36,47
Combustible	L	20	0,27		5,40
<b>2. Herramientas</b>			<b>Depreciación</b>		
			<b>Anual</b>	<b>Trimestral</b>	
Barra	unidad	1	7,67	1,92	23,00
Excavadora manual	unidad	1	8,33	2,08	25,00
Pala	unidad	1	6,67	1,67	20,00
Piola	libras	1	2,50	2,50	2,50
Carretilla	unidad	1	18,33	4,58	55,00
Tijeras para podar	unidad	5	41,66	10,41	125,00
Cinta métrica 50m	unidad	1	25,00	25,00	25,00
<b>3. Mano de obra</b>					
Transporte de plantas	jornal	8	15,00		90,00
Hoyado cacao	jornal	8	15,00		120,00
Hoyado plátano	jornal	6	15,00		90,00
Hoyado frutales	jornal	5	15,00		75,00
Fertilización	jornal	4	15,00		60,00
Siembra	jornal	5	15,00		75,00
Riego	jornal	4	15,00		60,00
<b>4. Sistema de riego</b>					
Micro aspersion					3500,00
<b>Costo total</b>					<b>5545,77</b>

El costo de plantación de cacao en sistema agroforestal es de \$5 545,77 incluido sistema de riego e insumos.

### 3.4.2. Costos de implementación de 1ha de cacao en monocultivo

**Tabla 16. Costos de implementación plantación de cacao en monocultivo**

Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario (\$)		Costo total (\$)
<b>1. Material vegetal</b>					
Plantas cacao	Planta	1111	0,70		777,70
Fertilizante 20-20-20	kg	55,55	0,70		38,89
Combustible	20	L	0,27		5,40
<b>2. Herramientas</b>			<b>Depreciación</b>		
			<b>Anual</b>	<b>Trimestral</b>	
Barra	unidad	1	7,67	1,92	23,00
Excavadora manual	unidad	1	8,33	2,08	25,00
Pala	unidad	1	6,67	1,67	20,00
Piola	libras	1	2,50	2,50	2,50
Carretilla	unidad	1	18,33	4,58	55,00
Tijeras para podar	unidad	5	41,66	10,41	125,00
Cinta métrica 50m	unidad	1	25,00	25,00	25,00
<b>3. Mano de obra</b>					
Transporte de plantas	jornal	8	15,00		120,00
Hoyado cacao	jornal	10	15,00		150,00
Fertilización	jornal	4	15,00		60,00
Siembra	jornal	5	15,00		75,00
Riego	jornal	4	15,00		60,00
<b>4. Sistema de riego</b>					
Micro aspersión					3500,00
<b>Costo total</b>					<b>5062,49</b>

El costo de plantación de cacao en monocultivo es de aproximadamente \$5 062,49 incluido el costo de insumos y el sistema de riego.

### 3.4.1.- Costos de mantenimientos y producción de cacao bajo sistema agroforestal y monocultivo

**Tabla 17. Proyección costos cacao en sistema agroforestal y monocultivo**

Actividades	Sistema agroforestal							Monocultivo						
	1 (\$)	2 (\$)	3 (\$)	4 (\$)	5 (\$)	6 (\$)	7 (\$)	1 (\$)	2 (\$)	3 (\$)	4 (\$)	5 (\$)	6 (\$)	7 (\$)
Fertilización	60,00	60,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00
Control de malezas manual	135,00	90,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	135,00	135,00	90,00	90,00	90,00	60,00	60,00
Poda de formación	15,00	15,00	-	-	-	-	-	15,00	15,00	-	-	-	-	-
Poda fitosanitaria	-	-	30,00	-	-	-	-	-	-	30,00	-	-	-	-
Poda de mantenimiento	-	-	15,00	-	15,00	15,00	15,00	-	-	15,00	-	15,00	15,00	15,00
Control fitosanitario	45,00	45,00	45,00	30,00	30,00	30,00	30,00	45,00	45,00	45,00	30,00	30,00	30,00	30,00
Cosecha de plátano	45,00	45,00	45,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cosecha de cacao	-	-	30,00	45,00	60,00	75,00	75,00	-	-	75,00	75,00	90,00	90,00	90,00
Cosecha de frutales	-	-	30,00	30,00	45,00	45,00	45,00	-	-	-	-	-	-	-
Riego	180,00	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	180,00	180,00	180,00	180,00	180,00	180,00	180,00
<b>Total mano de obra</b>	<b>480,00</b>	<b>435,00</b>	<b>525,00</b>	<b>435,00</b>	<b>480,00</b>	<b>465,00</b>	<b>465,00</b>	<b>435,00</b>	<b>435,00</b>	<b>495,00</b>	<b>465,00</b>	<b>450,00</b>	<b>420,00</b>	<b>420,00</b>
Fertilizantes	72,94	72,94	72,94	36,47	36,47	36,47	36,47	116,66	116,66	77,77	77,77	77,77	77,77	77,77
Combustible	64,80	64,80	64,80	32,40	32,40	32,40	32,40	64,80	64,80	64,80	64,80	64,80	64,80	64,80
<b>Total insumos</b>	<b>137,74</b>	<b>137,74</b>	<b>137,74</b>	<b>68,87</b>	<b>68,87</b>	<b>68,87</b>	<b>68,87</b>	<b>181,46</b>	<b>181,46</b>	<b>142,57</b>	<b>142,57</b>	<b>142,57</b>	<b>142,57</b>	<b>142,57</b>
<b>Costo total por ha</b>	<b>617,74</b>	<b>482,74</b>	<b>497,74</b>	<b>308,87</b>	<b>441,81</b>	<b>383,87</b>	<b>326,27</b>	<b>616,46</b>	<b>616,46</b>	<b>637,57</b>	<b>577,57</b>	<b>607,57</b>	<b>577,57</b>	<b>577,57</b>

La proyección de costos se estimó en base a mantenimientos por año en plantación de una hectárea de cacao en sistema agroforestal y monocultivo durante un horizonte de 7 años donde se consideran rubros de insumos y mano de obra con el objetivo de mantener la plantación en óptimas condiciones.

Infoagro (s/f) manifiesta que en el cultivo de cacao se realizan podas de formación de 10 a 16 meses de edad de la planta, poda de mantenimiento entre 2 a 3 años y poda fitosanitaria 1 a 2 veces por año. En el trabajo la poda de formación se va a realizar a partir del primer año, poda de mantenimiento desde el tercer año y poda fitosanitaria 1 vez al año.

Infocacao (2015) la frecuencia en el control de malezas se realiza cada tres meses en plantaciones de cacao en sistema agroforestal. En el diseño propuesto se va a ejecutar tres controles al año durante el primer año de la plantación, luego se reducen a dos controles hasta llegar a 1 control por año.

Menocal (2005), en plantaciones de cacao en monocultivo el control de malezas se debe realizar durante los 3 primeros años de 3 a 4 chapas por año. En el estudio se van a efectuar 4 controles durante el primer año y luego se reduce hasta llegar a 2 controles.

Se pueden comparar los costos de mantenimiento entre cacao en sistema agroforestal y en monocultivo; En monocultivo son mayores los costos esto se debe a que se efectúa mayor cantidad de número de riegos y fertilizaciones.

**Tabla 18. Resumen de los costos de mantenimiento y producción sistema agroforestal y monocultivo hasta el séptimo año**

<b>Mantenimientos</b>		
<b>Años</b>	<b>Sistema agroforestal (\$)</b>	<b>Monocultivo (\$)</b>
1	617,74	616,46
2	482,74	616,46
3	497,74	637,57
4	308,87	577,57
5	441,81	607,57
6	383,87	577,57
7	326,87	577,57
<b>Total</b>	<b>3 059,04</b>	<b>4 210,76</b>

El costo de mantenimiento de sistema agroforestal es menor que en monocultivo debido a que se realizan menos fertilizaciones, números de riego y un menor control de malezas.

### **3.4.2.- Ingresos proyectados para una hectárea de cacao nacional fino de aroma en sistema agroforestal y monocultivo**

Los ingresos del sistema de producción se proyectan para 7 años considerando que a partir de este año ya existen ingresos para el agricultor. En sistema agroforestal los rendimientos promedios de plantación de cacao sombra provisional de plátano y sombra permanente de frutales se estiman en quintales/ha, el cacao y los frutales perennes empiezan a generar ingresos a partir del año tres, las plantas de plátano solo producen hasta el tercer año debido a que el área que ocupa el plátano debe ser ocupado por las plantas de cacao. En monocultivo de plantación de cacao se considera que la producción empieza a partir del tercer año, los cuales son superiores en relación a los rendimientos en sistema agroforestal debido a que se consideran mayor cantidad de plantas por hectárea.

**Tabla 19. Ingresos esperados plantación de cacao en SAF y monocultivo**

<b>Producción sistema agroforestal</b>				<b>Producción monocultivo</b>			
<b>Año</b>	<b>Cacao (qq/ha)</b>	<b>Plátano (racimos/ha)</b>	<b>Frutales (qq/ha)</b>	<b>Año</b>	<b>Cacao (qq/ha)</b>	<b>Plátano (racimos/ha)</b>	<b>Frutales (qq/ha)</b>
1	0	550	0	1	0	0	0
2	0	550	0	2	0	0	0
3	4	550	8	3	6	0	0
4	10	0	14	4	12	0	0
5	15	0	18	5	20	0	0
6	21	0	20	6	24	0	0
7	23	0	22	7	26	0	0

Según MAGAP (2011) la producción de cacao nacional fino de aroma empieza a partir del tercer año con un rendimiento de 4qq/ha, el cuarto año tiene una producción de 8qq/ha, el quinto año 18qq/ha, el sexto año 30qq/ha y el séptimo año 40qq/ha.

El cacao CCN51 empieza a producir desde el tercer año con un rendimiento de 8qq/ha, en el cuarto año 15qq/ha, quinto año 21qq/ha, sexto año 40 qq/ha y en el séptimo año 60qq/ha (MAGAP, 2011)

### 3.4.3.- Análisis económico producción de cacao bajo sistema agroforestal

Se proyectan los ingresos durante siete años y los egresos o gastos de mantenimientos de una hectárea de cacao con sombra temporal de plátano y sombra permanente de frutales.

**Tabla 20. Proyección ingresos y análisis económico por hectárea de cacao en sistema agroforestal**

Actividades	0 (\$)	1 (\$)	2 (\$)	3 (\$)	4 (\$)	5 (\$)	6 (\$)	7 (\$)
Inversión inicial	5545,77							
Venta de plátano		1650,0	1650,0	1650,0	0	0	0	0
Venta de cacao		0	0	480,0	1200	1800	2520	2760
Venta de frutales		0	0	0	574	738	820	902
Ingresos por ventas		1650,0	1650,0	2130,0	1774	2538	3340	3662
-5% pérdidas		82,5	82,5	106,5	88,7	126,9	167	183,1
<b>Ingreso bruto</b>		<b>1567,5</b>	<b>1567,5</b>	<b>2023,5</b>	<b>1685,3</b>	<b>2411,1</b>	<b>3173</b>	<b>3478,9</b>
Egresos/ Costos de mantenimiento		617,74	482,74	527,74	353,87	471,81	413,87	356,27
Flujo de caja	-5545,77	949,76	1084,76	1495,76	1331,43	1939,29	2759,13	3122,63

**Tabla 21. Cálculo VAN, TIR y R B/C sistema agroforestal**

Cálculo VAN, TIR y R B/C	
Años	Flujos
0	\$ -5.545,77
1	\$ 949,76
2	\$ 1.084,76
3	\$ 1.495,76
4	\$ 1.331,43
5	\$ 1.939,29
6	\$ 2.759,13
7	\$ 3.122,63
<b>VAN 10%</b>	\$ 2.611,32
<b>TIR</b>	20%
<b>R B/C 10%</b>	\$1,47

El valor actual neto VAN es la diferencia de los egresos e ingresos, si es positivo e igual o mayor a cero se considera aceptable; Proyectando a 7 años el horizonte del proyecto, utilizando una tasa de interés del 10% se obtiene el VAN \$2 611,32 positivo mayor a cero y una tasa interna de retorno TIR del 20% lo cual significa que es rentable. La relación beneficio/costo indica la viabilidad del proyecto, con un tasa de interés de oportunidad del 10% en plantación de cacao bajo sistema agroforestal es rentable debido a que por cada dólar invertido se obtiene un excedente de cuarenta y nueve centavos \$1,47

### 3.4.5. Proyección ingresos económicos producción de cacao en monocultivo

**Tabla 22. Proyección ingresos y análisis económico por hectárea en monocultivo**

<b>Actividades</b>	<b>0</b> (\$)	<b>1</b> (\$)	<b>2</b> (\$)	<b>3</b> (\$)	<b>4</b> (\$)	<b>5</b> (\$)	<b>6</b> (\$)	<b>7</b> (\$)
Inversión inicial	5062							
Venta de cacao		0	0	720,00	1440	3120	2880	3120
Ingresos por ventas		0	0	720,00	1440	3120	2880	3120
-5% pérdidas		0	0	36	72	156	144	156
<b>Ingreso bruto</b>		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>684</b>	<b>1368</b>	<b>2964</b>	<b>2736</b>	<b>2964</b>
Egresos/ Costos de mantenimiento		616,46	616,46	637,57	577,57	607,57	577,57	577,57
Flujo de caja	-5062,49	-616,46	-616,46	46,43	790,43	2356,43	2158,43	2386,43

**Tabla 23. Cálculo VAN, TIR y R B/C monocultivo**

<b>Cálculo VAN, TIR y R B/C</b>	
<b>Años</b>	<b>Flujos</b>
0	\$ -5.062,49
1	\$ -616,46
2	\$ -616,46
3	\$ 46,43
4	\$ 790,43
5	\$ 2.356,43
6	\$ 2.158,43
7	\$ 2.386,43
<b>VAN 10%</b>	\$ -1.651,46
<b>TIR</b>	4%
<b>R B/C 10%</b>	\$ 0,67

Se puede analizar la inversión inicial, proyección de ingresos durante siete años y los egresos o gastos de mantenimientos de una hectárea de cacao en monocultivo.

El valor actual neto VAN es la diferencia de los egresos e ingresos, si es positivo e igual o mayor a cero se considera aceptable; Proyectando a 7 años el horizonte del proyecto, utilizando una tasa de interés del 10% se obtiene el **VAN** \$ -1651,46 el cual es negativo y una tasa interna de retorno **TIR** del 4% lo cual significa que es no rentable.

La relación beneficio/costo indica la viabilidad del proyecto, con un tasa de interés de oportunidad del 10% en plantación de cacao en monocultivo no es rentable debido a que por cada dólar invertido solo se recuperan ochenta y tres centavos es decir no hay retorno de la inversión \$ 0,67.

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### ***Conclusiones***

En el diagnóstico realizado en la comuna Loma Alta el 100% de las plantaciones se realizan en monocultivo, mientras que en la comuna Cerezal Bellavista el 69% de los productores de cacao poseen sistemas agroforestales y el 31% monocultivo.

El diseño agroforestal de mayor aceptación en las comunas Loma Alta y Cerezal Bellavista incluye plantación de cacao, sombra temporal de plátano y sombra permanente de frutales.

En el análisis financiero del cultivo de cacao bajo sistema agroforestal obtiene VAN de \$2 611,32 y TIR del 20%, relación beneficio/costo de \$1,47, indica que es rentable debido a que por cada dólar invertido se obtiene un excedente de cuarenta y siete centavos; mientras que en plantación de cacao en monocultivo se obtiene VAN de \$-1651,46 y TIR del 4% , la relación beneficio/costo indica que no es rentable debido a que por cada dólar invertido solo se recuperan sesenta y siete centavos es decir no hay retorno de la inversión \$ 0,67.

El cultivo de cacao bajo sistema agroforestal requiere una mayor inversión inicial debido a los costos de plantación e insumos, mientras que en monocultivo se requiere de menor inversión inicial.

## ***Recomendaciones***

Para la elaboración de diseños agroforestales se deben considerar especies que se adapten a las condiciones edafoclimáticas del sitio de plantación y especies de rápido crecimiento.

Se recomienda para las comunas Loma Alta y Cerezal Bellavista implementar sistemas agroforestales en asociación al cultivo de cacao con la finalidad de diversificar la producción agrícola, reducir incidencia de malezas, plagas, enfermedades, recuperar suelos degradados, evitar erosión, disminuir frecuencia de riegos y fertilizaciones.

Que las instituciones de apoyo al desarrollo como MAG y Prefectura de Santa Elena continúen con el apoyo a la implementación de cultivo de cacao bajo sistema agroforestal, lo cual ayuda al productor a reducir costos de mantenimiento de la plantación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agrocalidad (2016) Manual de aplicabilidad de buenas prácticas agrícolas para cacao Requerimientos edafoclimáticos del cultivo de cacao. Disponible en: <http://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/pdf/inocuidad/manuales-aplicabilidad/manual-aplicabilidad-cacao-nuevo.pdf>

Ávila, et al (2015). *Mantenimiento del sistema agroforestal*. Fundación para el desarrollo socioeconómico y restauración ambiental. Biblioteca agroecológica. Nicaragua.

APPCACAO (2012) Asociación peruana de productores de cacao. Instalación de sombras en plantaciones de cacao. Lince- Perú. Consultado el 5 de junio del 2018. Disponible en: <https://appcacao.files.wordpress.com/2013/06/tema1.pdf>

Anecacao (2018) Tipos de sistemas de riego. Consultado el 12 de septiembre del 2018. Disponible en: <http://www.anecacao.com/es/servicios/articulos-tecnicos/riego-y-drenaje.html>

Andrade, CHJ, Segura, MMA, & Canal, DDS (2013) *Estrategias de adaptación al cambio climático en sistemas de producción agrícola y forestal en el departamento del Tolima, Sello Editorial Universidad del Tolima, Ibagué*. Disponible en: ProQuest Ebook Central. Consultado 21/09/2018

Browne, EP. (2017) *Estrategia para el fomento de los sistemas agroforestales en la zona Cayon-Phillips de la Federación de San Kitts y Nevis*. Doctorado. Editorial Universitaria, La Habana. Disponible en: ProQuest Ebook Central. Consultado 21/09/2018

Cacao sostenible manual DAS (2017) *Ventajas del uso de sistemas agroforestales asociados al cultivo de cacao*. Primera edición Satipo - Junín – Perú.

Cacaocultura renovada (2014) *Ministerio de agricultura y desarrollo rural. Especies más utilizadas como sobra temporal en el cultivo de cacao*. Federación nacional de cacaoteros. Colombia

Cultivo de cacao bajo sombra de maderables o frutales (2004) Guía técnica fundación hondureña de investigación agrícola. La Lima, Cortés, Honduras.

Córdova-Ávalos, V, Sánchez-Hernández, M, & Estrella-Chulím, NG (2009) Factores que afectan la producción de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el ejido Francisco I.

Dostert y Roque et al (2016) Hoja botánica: Cacao. Generalidades del cultivo de cacao. Programa Desarrollo Rural Sostenible. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Primera edición Lima – Perú. Disponible en: [http://www.botconsult.com/downloads/Hoja\\_Botanica\\_Cacao\\_2012.pdf](http://www.botconsult.com/downloads/Hoja_Botanica_Cacao_2012.pdf). Consultado el 27/06/2018

Durán y Dubón (2016) *Tipos genéticos de cacao y distribución geográfica en Honduras*. La Lima Cortés, Honduras.

El telégrafo (2017) El agro concentra el 29,3 % de empleos en el país. Disponible en: <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/economia/4/el-agro-concentra-el-29-3-de-empleos-en-el-pais>. Consultado el 5/11/2018

ESPAE (2017) Escuela superior politécnica del litoral. Estudios industriales. Industria de cacao. Disponible en: <http://www.espae.espol.edu.ec/wp-content/uploads/2016/12/industriacacao.pdf>. Consultado el 5/11/2018

Espol (2001) Taller de plan estratégico participativo en la comuna Cerezal. Parroquia Colonche, Cantón Santa Elena. Disponible en: <http://www.pdpse.espol.edu.ec/documentos/proyectos/2001/colonche/cerezal1c01.pdf>. Consultado el 1/11/2018

El cultivo de cacao (2012) *Generalidades del cultivo de cacao. Paquete tecnológico Compañía nacional de chocolates S.A.S*. Fomento empresarial agrícola. Medellín Colombia.

FAO (2018) Costos de producción. Clasificación. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/003/V8490S/v8490s06.htm>. Consultado 24/10/2018

FAO (2010) Ecuador the land of fine cocoa “Arriba”. Tipos de cacao en el Ecuador. Disponible en <http://www.fao.org/fileadmin/templates/olq/documents/Ecuador/ppp/taller%20nacional%20ecuador/2DiagnosticoCadenaCacaoSergioPino.pdf> Consultado 04/06/2018

Fallas (2012) *Cultivo de cacao orgánico en sistema agroforestal para asociación de productores*. Vegas Las Palmas, Sixaola, Talamanca Limón 31 BID. Árboles frutales para sombra de cacao.

Gobierno autónomo descentralizado parroquial Colonche – GAD (2018) Comuna Loma Alta. Santa Elena Ecuador Disponible en: [http://www.colonche.gob.ec/index.php?option=com\\_content&view=article&id=61&Itemid=72](http://www.colonche.gob.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=61&Itemid=72). Consultado 10/11/2018

Gildardo y Palencia (2006) *Especies forestales para uso en sistemas agroforestales con cacao*. Bucaramanga – Colombia.

Guía técnica SAF (2013) Implementación de sistemas agroforestales SAF con árboles forestales maderables. Oficina nacional forestal. Costa Rica

Invest Manabí the opportunity (2018) Variedades de cacao en el Ecuador. Disponible en: <http://www.manabi.gob.ec/investmanabi/Exportaciones.php>. Consultado 5/06/2018

Iniap (2014) Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Tipos de sombras para el cultivo de cacao. Estación experimental litoral del Sur. Programa nacional del cacao. Ecuador

Iniap (2014) Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Costos de producción en el establecimiento del cultivo de cacao.

Infoagro (s/f) El cultivo de cacao 1era parte. Disponible en: <http://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/cacao3.htm>. Consultado el 10/11/2018

Infocacao (2015) Manual N° 2. *Control de malezas en el cultivo de cacao*. Procacaho. Ciencia y tecnología al servicio del sector cacaotero. La Másica Atlántida – Honduras

Infocacao (2016) *Establecimiento de la sombra para plantaciones nuevas de cacao*. Ciencia y tecnología al servicio del cacaotero. La Másica Atlántida – Honduras

INEN – ESPAC (2017) Encuesta de superficie y producción agropecuaria continua cacao almendra seca. Disponible en: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-agropecuarias-2/> Consultado el 28/12/2018

Liotta (2000) *Superficie cultivada con riego tradicional y presurizado en la Provincia de San Juan*. INTA San Juan.

Madero del plan chontalpa, Tabasco, México, D - Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México, D.F. Disponible en: ProQuest Ebook Central. Consultado 21/09/2018

MAG (2017) Ministerio de agricultura y ganadería. Ficha informativa del proyecto reactivación de café y cacao nacional fino de aroma. Disponible en: <http://servicios.agricultura.gob.ec/transparencia/2017/Diciembre2017/GPR%20-%20CAFE&CACAO.pdf>. Consultado: 10/11/2018

MAG (2017) Ministerio de agricultura y ganadería. Rendimientos de cacao almendra seca *Theobroma cacao* en el Ecuador 2017 – Quito Ecuador. Disponible en: [http://sipa.agricultura.gob.ec/descargas/estudios/rendimientos/cacao/rendimiento\\_cacao\\_2017.pdf](http://sipa.agricultura.gob.ec/descargas/estudios/rendimientos/cacao/rendimiento_cacao_2017.pdf). Consultado: 10/11/2018

MAGAP (2011) *Rendimientos cacao nacional fino de aroma*. Sinagro. Análisis sectorial. Ecuador

MAGAP (2014) Zonificación agroecológica económica del cultivo de cacao (*Theobroma cacao*) en el Ecuador a escala 1:250.000. Quito – Ecuador. Disponible en: <http://sinagap.agricultura.gob.ec/pdf/zae/cacao.pdf>. Consultado el 5/11/2018

MAGAP (2013) Proyecto de reactivación de café y cacao Nacional fino de aroma *Costos de producción cacao CCN51 y cacao Nacional fino de aroma*. Ecuador

Manual de agroforestería para zonas secas y semiáridas (2009) *Sistemas agroforestales en zonas semiáridas*. Ministerio de ambiente y recursos naturales. Mecanismo mundial de la UNCCD. Guatemala

Manual de Estrategia nacional de agrosilvicultura (2012) *Desventajas de asociar sistemas agroforestales con cacao*. Comisión nacional forestal. Coordinación general de producción y productividad. Zapopan – Jalisco.

Manual Producción en sistemas agroforestales y sistemas agroforestales simultáneos (2017) *Desventajas del cacao bajo sistemas agroforestales*. La Paz – Bolivia.

Manual de procedimientos Inta (2016) *Plantilla de jornales*. Instituto nacional de innovación y transferencia en tecnología agropecuaria.

Menocal (2005) INTA. *El cacao: Riqueza potencial de la tierra nica a la espera de ser explotada comercialmente en los mercados internacionales*. Waslala. Nicaragua

Mendis (2003) *Manual del cultivo de cacao*. Características deseables especies sombra temporal del cultivo de cacao.

Mendoza A (2012) *Especies forestales de los bosques secos del Ecuador*. Ministerio de ambiente – Ecuador.

Mete (2014) Valor actual neto y tasa interna de retorno: su utilidad como herramientas para el análisis y evaluación de proyectos de inversión. Instituto de investigación en ciencias económicas y financieras. Universidad La Salle – Bolivia. Disponible en: [http://www.scielo.org.bo/pdf/rfer/v7n7/v7n7\\_a06.pdf](http://www.scielo.org.bo/pdf/rfer/v7n7/v7n7_a06.pdf). Consultado el 10/11/2018

Ministerio de agricultura y desarrollo rural (2010), *Origen del cacao en el mundo*. Boletín n°4 análisis por producto. Colombia

Ministerio de ambiente (2012), *Especies forestales de los bosques secos del Ecuador*. Quito Ecuador. Disponible en: <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/10/Bosques-Secos4.pdf>. Consultado el 1/11/2018

Navarro y Mendoza (2006), *Gía técnica del cultivo de cacao en sistemas agroforestales*. Nicaragua. Disponible en: <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A5288e/A5288e.pdf>. Consultado el 1/11/2018

Orozco y Sampson (2016) *Boletín cacao*. Centro de exportaciones e inversiones. Nicaragua

Prado y Alonso (2006) *Guía técnica para promotores*. Cultivo del cacao en Sistemas agroforestales. Río San Juan – Nicaragua.

Quiroz y Mestanza (2012) Boletín técnico INIAP. *Establecimiento y manejo de una plantación de cacao*. Estación experimental litoral del Sur. Programa nacional del cacao. Ecuador

Sánchez y Higueta (2008) *Investigación en cacao bajo sistemas agroforestales en Urabá*. Carepa – Antioquia.

SINAGAP (2014) *Zonificación agroecológica económica del cultivo de cacao Theobroma cacao L* en el Ecuador. Monocultivo y sistema agroforestal.

Sierra et al, (1999). Ministerio de ambiente del Ecuador 2012. Sistemas de clasificación de ecosistemas en el Ecuador Continental. Quito – Ecuador. Disponible en:[http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/LEYENDA-ECOSISTEMAS\\_ECUADOR\\_2.pdf](http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/LEYENDA-ECOSISTEMAS_ECUADOR_2.pdf) .Consultado: 1/11/2018

Vidal C (2008) El monocultivo y sus consecuencias en el cultivo de cacao. Disponible en: <http://www.ecoclimatico.com/archives/el-monocultivo-y-sus-consecuencias-822>. Consultado el 5/11/2018

# **ANEXOS**

**Formato 1A.** Encuesta del cultivo de cacao en asociación con sistemas agroforestales.



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**



**ENCUESTA DEL CULTIVO DE CACAO EN ASOCIACIÓN CON SISTEMAS AGROFORESTALES.**

1. Nombre del propietario \_\_\_\_\_

2. Nombre de la finca \_\_\_\_\_

3. Número de hectáreas \_\_\_\_\_

4. ¿Usted considera que la sombra en el cultivo de cacao ayuda o perjudica?

\_\_\_\_\_

5. ¿Cuánto de riego por semana aplica a sus cultivos?

\_\_\_\_\_

6. ¿Qué tipo de abonos emplea?

\_\_\_\_\_

7. ¿Cuánto de fertilizante utiliza?

\_\_\_\_\_

8. ¿Cuál es la producción de cacao existente en la finca y que edad posee el cultivo?

\_\_\_\_\_

9. ¿Con qué especies sembraría sistemas agroforestales? (forestales, frutales).

\_\_\_\_\_

10. ¿Qué variedades de cacao posee?

\_\_\_\_\_

11. ¿A qué distancias se encuentra establecido el cultivo de cacao?

\_\_\_\_\_

12. ¿Con que cultivos está asociado el cacao?

\_\_\_\_\_

13. ¿Tiempo de riego y que caudal suministra a los cultivos?

\_\_\_\_\_

14. Número de jornales por hectárea que emplea para:

Limpieza del terreno \_\_\_\_\_

Hoyado \_\_\_\_\_

Riego \_\_\_\_\_

**Formato 2A:** Encuesta sobre diseños agroforestales.



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**



**ENCUESTA DISEÑOS AGROFORESTALES**

1. ¿Cuál de los diseños le gustaría implementar en su finca?

---

---

2. ¿Qué beneficios podría obtener de los árboles frutales y maderables?

---

---

3. ¿Qué beneficios podría obtener al implementar árboles en el cultivo?

---

---

4. ¿Cómo se financiaría usted para implementar los diseños?

---

---

**Tabla 1A.** Ingresos esperados cacao en sistema agroforestal

Año	Cacao		
	Producción qq/ha	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)
1	0	120,00	0
2	0	120,00	0
3	4	120,00	480
4	10	120,00	1200
5	15	120,00	1800
6	21	120,00	2520
7	23	120,00	2760
<b>Total</b>			<b>8760</b>

**Tabla 2A.** Ingresos esperados de plátano

Año	Plátano		
	Producción racimos/ha	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)
1	550	3,00	1650
2	550	3,00	1650
3	550	3,00	1650
4	0	3,00	0
5	0	3,00	0
6	0	3,00	0
7	0	3,00	0
<b>Total</b>			<b>4950</b>

**Tabla 3A.** Ingresos esperados de frutales

Año	Frutales		
	Producción qq/ha	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)
1	0	41,00	0
2	0	41,00	0
3	8	41,00	328
4	14	41,00	574
5	18	41,00	738
6	20	41,00	820
7	22	41,00	902
<b>Total</b>			<b>3362</b>

**Tabla 4A.** Ingresos esperados cacao en monocultivo

<b>Ingresos</b>			
<b>Año</b>	<b>Cacao</b>		
	<b>Cantidad</b>	<b>Costo unitario (\$)</b>	<b>Costo total (\$)</b>
1	0	120,00	0
2	0	120,00	0
3	6	120,00	720
4	12	120,00	1440
5	20	120,00	3120
6	24	120,00	2880
7	26	120,00	3120
<b>Total</b>			<b>10560</b>

**Tabla 5A.** Cultivo de cacao en Cerezal Bellavista

Encuestados	Sexo	Área finca (ha)	Área cacao (ha)	Edad del cultivo	Tipo de cultivo	Rendimiento (ha)	Variedad	Sistema de riego	Combustible (\$)	N° Riegos por semana	Árboles maderables	Árboles frutales
1	Masculino	4	1	5	monocultivo	5	Nacional fino de aroma	Goteo	8	2	Laurel	Mango
2	Masculino	1,5	0,5	4	sistema agroforestal	3	Nacional fino de aroma	Goteo	15	2	Cedro, laurel	Mango, grosella
3	Masculino	1	0,5	2	monocultivo	0	Nacional fino de aroma	Goteo	8	2	Cedro, laurel	Naranja
4	Masculino	1	1	5	sistema agroforestal	5	Nacional fino de aroma	Goteo	8	2	Guachapelí	Limón, naranja
5	Masculino	2	2	3	sistema agroforestal	0	CCN51	Micro aspersión	12	3	Fernán Sánchez	Guayaba, ciruela
6	Masculino	2	1	4	sistema agroforestal	4	Nacional fino de aroma	Goteo	8	2	Pechiche, amarillo	Guayaba, grosella
7	Masculino	2	1	3	sistema agroforestal	0	Nacional fino de aroma	Micro aspersión	7	2	Porotillo	Guayaba, ciruela
8	Masculino	2	2	5	sistema agroforestal	10	CCN51	Goteo	8	2	Amarillo, Fernán Sánchez	Aguacate
9	Masculino	2	1	4	sistema agroforestal	4	Nacional fino de aroma	Goteo	8	2	Fernán Sánchez	Limón
10	Masculino	1	1	5	monocultivo	5	Nacional fino de aroma	Goteo	6	2	Amarillo	Ciruela, grosella
11	Masculino	1	1	5	sistema agroforestal	8	CCN51	Goteo	8	2	Guachapelí	Guaba
12	Masculino	2	2	5	sistema agroforestal	8	Nacional fino de aroma	Goteo	10	3	Laurel	Mandarina, Aguacate
13	Masculino	2	1	4	monocultivo	4	Nacional fino de aroma	Goteo	10	2	Amarillo	Guaba

**Tabla 6A.** Cultivo de cacao en Loma Alta

Encuestados	Sexo	Área finca (ha)	Área cacao (ha)	Edad del cultivo	Tipo de cultivo	Rendimiento (ha)	Variedad	z	Combustible (\$)	N° Riegos por semana	Árboles maderables	Árboles frutales
1	Masculino	1	1	5	monocultivo	5	Nacional fino de aroma	Goteo	8	2	Pechiche	Ciruela
2	Masculino	1	1	5	monocultivo	2	Nacional fino de aroma	Goteo	15	3	Fernán Sánchez	Guayaba
3	Masculino	2	2	5	monocultivo	10	Nacional fino de aroma	Goteo	8	2	Cedro, laurel	Guaba, naranja
4	Masculino	1	1	4	monocultivo	2	CCN51	Goteo	8	2	Laurel	Mandarina, aguacate, guaba
5	Masculino	2	2	4	monocultivo	6	Nacional fino de aroma	Micro aspersión	12	2	Cedro, laurel	Ciruela, guaba
6	Masculino	2	2	5	monocultivo	10	Nacional fino de aroma	Goteo	8	3	Laurel	Aguacate, ciruela
7	Masculino	1	1	2	monocultivo	0	Nacional fino de aroma	Micro aspersión	7	1	Cedro, laurel	Ciruela, mango
8	Masculino	3	3	2	monocultivo	0	CCN51	Goteo	8	1	Laurel, melina	Guaba, ciruela
9	Masculino	2	2	5	monocultivo	8	Nacional fino de aroma	Goteo	8	1	Cedro, laurel	Mango
10	Masculino	2	2	5	monocultivo	9	Nacional fino de aroma	Goteo	6	2	Laurel	Guayaba
11	Masculino	1	1	3	monocultivo	0	CCN51	Goteo	8	2	Melina	Guaba
12	Masculino	1	1	4	monocultivo	5	Nacional fino de aroma	Goteo	10	2	Guachapelí	Mandarina, Aguacate, guaba



**Figura 1A.** Entrevista con el propietario de la finca



**Figura 2A.** Plantación de cacao con sombra permanente de grosella



**Figura 3A.** Plantación de cacao con sombra temporal de plátano



**Figura 4A.** Cultivo de cacao en monocultivo