



UNIVERSIDAD ESTATAL

PENÍNSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

“DISEÑO DE SISTEMAS AGROSILVOCULTURALES PARA EL
USO ADECUADO DE LOS RECURSOS NATURALES EN EL
RECINTO EL SALADO, COMUNA SALANGUILLO, CANTÓN
SANTA ELENA”

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

WILMER BERNARDO GUALE ROSALES

JOSE LUIS SUÁREZ TOMALÁ

CARLOS ANTONIO TOMALÁ BORBOR

LA LIBERTAD – ECUADOR

2005

UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

“DISEÑO DE SISTEMAS AGROSILVOCULTURALES PARA EL
USO ADECUADO DE LOS RECURSOS NATURALES EN EL
RECINTO EL SALADO, COMUNA SALANGUILLO, CANTÓN
SANTA ELENA”

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

WILMER BERNARDO GUALE ROSALES

JOSE LUIS SUÁREZ TOMALÁ

CARLOS ANTONIO TOMALÁ BORBOR

LA LIBERTAD – ECUADOR

2005

DEDICATORIA

Dedico por sobre todas las cosas este trabajo a Dios por guiar mis pasos y tenderme siempre su mano. A mis padres, hermanos y a toda mi familia que gracias a su cariño y amor incondicional me han motivado para cumplir uno de mis objetivos.

Wilmer Bernardo Guale Rosales

A Dios por permitirme cristalizar unas de mis metas. A mis padres que con amor me guiaron por el sendero de la superación, a mi esposa e hija que son la razón que me mueven cada día para superarme.

Carlos Antonio Tomalá Borbor

A Dios por permitirme concluir esta etapa de mi formación profesional. A mi esposa e hijos que cada amanecer me dan fortaleza y confianza de seguir preparándome para un mañana mejor.

José Luis Suárez Tomalá.

AGRADECIMIENTO

Consignamos nuestro agradecimiento al Ing. Juan Valladolid tutor de tesis que gracias al aporte de sus conocimientos profesionales contribuyó hacia un mejor desarrollo de nuestro trabajo.

A los agricultores del recinto El Salado que nos recibieron con hospitalidad y a todos quienes contribuyeron con sus ideas acertadas para la finalización exitosa de este trabajo.

TRIBUNAL DE GRADO

Ab. Xavier Tomalá Montenegro

Rector

Eco. George Clemente Suárez

Vicerrector

Ing. Agr. Jimmy Candell Soto,

Director de Unidad Académica

Ing. Agr. Antonio Mora Alcívar

Coordinador de Escuela

Ab. Pedro Reyes Láinez

Secretario General - Procurador

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Justificación.....	2
1.3. Objetivos.....	3
1.4. Hipótesis.....	4
2. REVISIÓN DE LITERATURA	
2.1. SISTEMA AGROFORESTAL. CONCEPTOS.....	5
2.1.1. Clasificación de los sistemas agroforestales.....	6
2.1.2. Ventajas de los sistemas agroforestales.....	7
2.1.3. Desventajas de los sistemas agroforestales.....	10
2.1.4. Funciones de los sistemas agroforestales.....	11
2.1.5. Importancia de los sistemas agroforestales.....	12
2.1.6. Aspectos que determinan la implementación de un sistema agroforestal.....	15
2.1.7. Limitantes para el éxito de un sistema agroforestal.....	17
2.1.8. Características deseables de los árboles en sistemas agroforestales.....	19
2.1.9. Manejo de las especies forestales en sistemas agroforestales.....	20
2.2. SISTEMA AGROFORESTAL. RODALES.....	21
2.2.1. Ventajas de los rodales.....	21
2.2.2. Desventajas de los rodales.....	22
2.2.3. Criterios a considerar para la selección de especies en rodales.....	22

2.3. SISTEMA AGROFORESTAL. LINDEROS MADERABLES.....	23
2.3.1. Ventajas de los linderos maderables.....	24
2.3.2. Desventajas en linderos maderables.....	25
2.3.3. Criterios a considerar para la selección de especies para linderos maderables.....	26
2.4. SISTEMAS AGROFORESTAL. HILERAS DE ÁRBOLES ENTRE CULTIVOS.....	29
2.4.1. Ventajas de las hileras de árboles maderables entre cultivos.....	29
2.4.2. Desventajas de las hileras de árboles maderables entre cultivos.....	30
2.4.3. Criterios a considerar para el diseño de hileras de árboles entre cultivos.....	30
2.5. EXPERIENCIAS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS AGROFORESTALES.....	31
2.6. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE ESPECIES FORESTALES.	
2.6.1. <i>Azadirachta indica</i> (Neem).....	35
2.6.2. <i>Tabebuia chrysantha</i> (Guayacán).....	36
2.6.3. <i>Cordia alliodora</i> (Laurel).....	37
2.6.4. <i>Swietenia macrophylla</i> (Caoba).....	37
2.6.5. <i>Samanea saman</i> (Samán).....	38
2.6.6. <i>Cedrela odorata</i> (Cedro cubano).....	38

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. LOCALIZACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	40
3.2. MATERIALES Y EQUIPOS.....	41
3.3. METODOLOGÍA.....	42
3.3.1. Procedimientos preliminares.....	42
3.3.2. Recolección de información de campo.....	42

3.3.2.1. Aspectos sociales.....	43
3.3.2.2. Aspectos económicos.....	43
3.3.2.3. Producción agrícola.....	43
3.3.2.4. Sistema agroforestal.....	43
3.3.3. Análisis económico del sistema agroforestal.....	45

4. RESULTADOS

4.1. ASPECTOS SOCIALES DEL RECINTO EL SALADO.....	46
4.1.1. Servicios básicos.....	46
4.1.1.1. Agua.....	46
4.1.1.2. Electricidad y alumbrado.....	46
4.1.1.3. Educación.....	47
4.1.1.4. Salud.....	47
4.1.1.5. Vías de comunicación.....	48
4.1.1.6. Transporte.....	48
4.1.2. Composición familiar.....	48
4.1.3. Nivel de educación de los productores.....	50
4.1.4. Organización y capacitación.....	51
4.1.5. Tenencia de tierra.....	51
4.2. ASPECTOS ECONÓMICOS.....	53
4.2.1. Principales actividades de ingresos económicos.....	53
4.2.2. Fuente de financiamiento para inversión en UPAs.....	54
4.2.3. Extensión de las UPAs.....	55
4.3. PRODUCCIÓN AGRÍCOLA.....	55
4.3.1. Principales cultivos de la zona.....	55
4.3.2. Extensión de área bajo riego.....	56
4.3.3. Principales problemas para la producción.....	57
4.4. SISTEMAS AGROFORESTALES DE LA ZONA.....	58
4.4.1. Especies forestales plantadas.....	58
4.4.2. Asociaciones realizadas en el sistema agroforestal.....	59
4.4.3. Principales problemas fitosanitarios de las especies	

forestales y frutales.....	61
4.4.4. Medidas dasométricas de los árboles en el sistema agroforestal.....	62
4.4.4.1. Altura total del árbol.....	62
4.4.4.2. Diámetro a la altura del pecho (DAP).....	63
4.4.4.3. Diámetro y área de copa.....	64
4.4.5. Preferencias de especies forestales por los agricultores de la zona.....	66
4.4.6. Dasometría de las especies forestales aceptadas a una edad de 20 años.....	67

5. DISEÑO DE LOS SISTEMAS AGROSILVOCULTURALES PARA EL USO ADECUADO DE LOS RECURSOS NATURALES EN EL RECINTO EL SALADO

5.1. SISTEMA DE PLANTACIÓN DE ESPECIES FORESTALES EN RODALES.....	69
5.1.1. Posibles ventajas del sistema de plantación en rodal.....	69
5.1.2. Posibles desventajas de la plantación en rodal.....	70
5.1.3. Especies seleccionadas para el diseño.....	71
5.1.4. Diseño del sistema de plantación en rodal.....	71
5.1.5. Establecimiento de la plantación en rodal.....	74
5.1.6. Manejo del rodal.....	74
5.2. SISTEMA DE PLANTACIÓN DE LINDEROS MADERABLES.....	77
5.2.1. Posibles ventajas de los linderos maderables.....	77
5.2.2. Posibles desventajas de los linderos maderables.....	78
5.2.3. Especies seleccionadas para el diseño.....	78
5.2.4. Diseño del lindero maderable.....	79
5.2.5. Establecimiento del lindero.....	81
5.2.6. Manejo del lindero.....	82
5.3. SISTEMA DE PLANTACIÓN DE HILERAS MADERABLES COMO LÍMITE ENTRE CULTIVOS.....	84

5.3.1. Posibles ventajas de las hileras maderables entre cultivos.....	84
5.3.2. Posibles desventajas de las hileras maderables entre cultivos.....	85
5.3.3. Especies seleccionadas para el diseño.....	85
5.3.4. Diseño del sistema de hileras entre cultivos.....	86
5.3.5. Establecimiento de las hileras maderables.....	88
5.3.6. Manejo de las hileras maderables.....	89
5. 4. ANÁLISIS ECONÓMICO DEL SISTEMA DE PLANTACIÓN EN RODAL.....	91
5.5. ANÁLISIS ECONÓMICO DEL SISTEMA DE PLANTACIÓN DE LINDEROS MADERABLES.....	94
5.6. ANÁLISIS ECONÓMICO DEL SISTEMA DE PLANTACIÓN DE HILERAS MADERABLES ENTRE CULTIVOS.....	97
CONCLUSIONES.....	100
RECOMENDACIONES.....	103
BIBLIOGRAFÍA.....	105
ANEXOS	

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág
Cuadro 1. Estado de tenencia de tierra de los agricultores del recinto El Salado.....	52
Cuadro 2. Actividades de las que obtienen sus ingresos económicos.....	53
Cuadro 3. Parámetros económicos de los principales cultivos de la zona de estudio.....	56
Cuadro 4. Especies forestales plantadas en el recinto El Salado.....	59
Cuadro 5. Asociación de cultivos anuales mas especies maderables plantados en rodal de cinco años de edad.....	60
Cuadro 6. Asociación de cultivos anuales con limón.....	61
Cuadro 7. Alturas de las especies forestales en el recinto El Salado.....	63
Cuadro 8. DAP de las especies forestales evaluadas en el recinto El Salado	64
Cuadro 9. Diámetros de copa en diferentes edades en el recinto El Salado	65
Cuadro 10. Área de copa promedio que ocupa cada árbol dentro de la parcela a una determinada edad	66
Cuadro 11. Datos dasométricos de las especies forestales a la edad de 20 años.....	68
Cuadro 12. Área que ocupan las especies forestales por hectárea a partir del cuarto y quinto año de desarrollo del rodal.....	73
Cuadro 13. Costos de formación y manejo de una plantación en rodal de 400 plantas/ha hasta los 20 años de edad.....	76
Cuadro 14. Área ocupada por las especies forestales por hectárea en linderos y el área disponible para cultivos.....	81
Cuadro 15. Costos de formación y manejo de una plantación en el perímetro o lindero de la finca de 133 árboles/ha hasta los 20 años de edad.....	83

Cuadro 16. Área ocupada por las especies forestales por hectárea en hileras como límites entre cultivos a los 20 años de edad.....	88
Cuadro 17. Costos de formación y manejo de una plantación forestal en hileras entre cultivos de 100 árboles/ha hasta 20 años de edad.....	90
Cuadro 18. Flujo de caja del sistema agroforestal en rodal.....	92
Cuadro 19. Evaluación financiera del sistema de plantación en rodal.....	93
Cuadro 20. Flujo de caja. Sistema agroforestal en linderos maderables.....	95
Cuadro 21. Evaluación financiera del sistema de plantación de linderos maderables.....	96
Cuadro 22. Flujo de caja. Sistema agroforestal de hileras maderables entre cultivos.....	98
Cuadro 23. Evaluación financiera del sistema de plantación de hileras maderables entre cultivos.....	99

INDICE DE FIGURAS Y GRÁFICOS

Pág.

Figura 1. Plantación en Rodal asociado con cultivos de ciclo corto hasta el quinto año de desarrollo.....	72
Figura 2. Plantación de Linderos maderables asociado con cultivos anuales.....	80
Figura 3. Plantación de Hileras maderables como límite entre cultivos.....	87
Gráfico 1. Composición familiar del recinto El Salado. Año 2004.....	49
Gráfico 2. Nivel de educación de los agricultores.....	50
Gráfico 3. Fuente de financiamiento para inversión en UPAs.....	54
Gráfico 4. Extensión de área bajo riego.....	57
Gráfico 5. Principales problemas para la producción agrícola.....	58

ABREVIATURAS

CPR	Centro de Promoción Rural
DAP	Diámetro a la altura del pecho
m.s.n.m.	Metros sobre el nivel del mar
GPS	Sistema de posicionamiento global
SAF	Sistema agroforestal
UPA	Unidad productiva agropecuaria

1. INTRODUCCIÓN

1.1. ANTECEDENTES

La comuna Salanguillo al igual que treinta comunas y recintos, forma parte de la Cordillera Chongón – Colonche, la misma que posee una riqueza de especies endémicas de flora y fauna, entre ellas especies madereras, alimenticias, medicinales y otras de elevado valor científico y ecológico.

Los habitantes de este sector durante décadas han recibido innumerables beneficios de los recursos naturales (vivienda, energía, alimentación), además de sus funciones como conservación del suelo, agua y fauna, está siendo depredado por sus habitantes. Los años de sequía han aumentado la presión sobre el bosque, ya que algunos comuneros se dedican exclusivamente a la explotación maderera, causando el deterioro de los suelos por la erosión, con la consecuente disminución de pluviosidad y demás consecuencias edafoclimáticas, poniendo en peligro la situación económica, social y ambiental de las presentes y futuras generaciones.

Ante esta situación, ciertos agricultores de la comuna Salanguillo han implementado sistemas agroforestales con miras a la conservación de los recursos naturales (suelo, agua, biodiversidad), que son la base de la explotación

agrícola actual y futura, logrando una producción múltiple (madera, leña, frutos, forraje).

Los sistemas agroforestales tienden a una mayor productividad y sostenibilidad, ya que producen bienes, mercancías y servicios requerido por los agricultores, aumentado los rendimientos de los cultivos y árboles asociados, reduciendo la necesidad de insumos externos, además de mantener o aumentar su productividad en el tiempo.

1.2. JUSTIFICACIÓN

En base a las experiencias adquiridas por los agricultores, donde se han combinado cultivos y árboles en el mismo terreno (sistemas agroforestales) se pretende realizar diseños agroforestales que ayuden al mantenimiento de los recursos naturales. Diseños que tienen como premisa, lograr una producción agrícola y forestal en forma sostenible acorde a las condiciones agroecológicas del sector, contribuyendo en parte a atenuar la crisis ambiental y económica que se presenta en ésta y otras comunidades de la Cordillera Chongón - Colonche, propiciando beneficios sociales, económicos y ambientales.

1.3. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Diseñar sistemas agrosilvoculturales en base a los sistemas existentes, para el uso adecuado de los recursos naturales en el recinto El Salado, comuna Salanguillo, provincia del Guayas.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ❑ Realizar un diagnóstico socioeconómico que permita conocer la situación actual en la que viven los pobladores del recinto El Salado.

- ❑ Realizar un diagnóstico agrícola y forestal que permita conocer la combinación, manejo y desarrollo de árboles y cultivos en la misma unidad productiva.

- ❑ Determinar las especies agrícolas y forestales que puedan emplearse en los sistemas agrosilvoculturales de acuerdo a las características ambientales del sector y requerimientos de los agricultores.

1.4. HIPÓTESIS

La aplicación de sistemas agrosilvoculturales de acuerdo a las características ambientales del sector y los requerimientos de los agricultores, permitirá un manejo adecuado de los recursos naturales existentes en el recinto El Salado de la comuna Salanguillo, cantón Santa Elena.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. SISTEMA AGROFORESTAL. CONCEPTOS.

LA ENCICLOPEDIA PRÁCTICA DE LA AGRICULTURA Y LA GANADERÍA (2002) define a los sistemas agroforestales como una forma de uso y manejo de los recursos de orden natural, en los que especies leñosas se cultivan junto a otras, simultáneamente o siguiendo una secuencia temporal.

SOMARRIBA (1990) citado por JIMÉNEZ F. et al (2001) define a la agroforestería como una forma de uso de la tierra en la que se cumplen tres condiciones fundamentales: a) Existen al menos dos especies de plantas que interactúan biológicamente; b) Al menos uno de los componentes es una leñosa perenne; c) Al menos uno de los componentes es una planta manejada con fines agrícolas (incluyendo pastos).

GEILFUS F. (1997) define un sistema agroforestal como un método de aprovechamiento de la tierra que combina la utilización de árboles (para productos y servicios), cultivos agrícolas y animales.

2.1.1. CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS AGROFORESTALES

JIMÉNEZ F. et al. (2001) clasifica los sistemas agroforestales de acuerdo al tipo de componentes en:

1. Sistemas agrosilvoculturales (cultivos + especies leñosas).

- ❑ Agricultura migratoria.
- ❑ Barbecho mejorado.
- ❑ Cultivo en plantaciones forestales y Taungya.
- ❑ Árboles en parcelas de cultivos.
- ❑ Árboles con cultivos perennes.
- ❑ Leñosas como soportes vivos para cultivos trepadores o de enredadera.
- ❑ Huertos caseros.
- ❑ Cultivos en callejones.
- ❑ Árboles en estructuras y obras para conservación del suelo.

2. Sistemas silvopastoriles (especies leñosas + pasturas/animales).

- ❑ Cercas vivas.
- ❑ Bancos forrajeros.
- ❑ Pastoreo en plantaciones forestales o frutales.
- ❑ Árboles y arbustos dispersos en potreros.
- ❑ Pasturas en callejones.
- ❑ Setos y bosquetes de uso agrosilvopastoril.

3. Sistemas especiales.

- Silvoentomología.
- Silvoacuacultura.

2.1.2. VENTAJAS DE LOS SISTEMAS AGROFORESTALES

Según JIMÉNEZ F. et al. (2001) los sistemas agroforestales permiten:

- Control de malezas a través de sombreado y cobertura.
- Producción de alimentos para autoconsumo, para venta en el mercado local o, algunas veces, hasta para exportación.
- Mejor utilización del espacio vertical y mayor aprovechamiento de la radiación solar entre los diferentes estratos vegetales del sistema.
- Mayor protección contra erosión por viento y agua (menos impacto erosivo de las gotas de lluvia y escorrentía superficial)
- Mantener la estructura y fertilidad del suelo: aportes de materia orgánica, mayor actividad biológica, reducción de la aridez, mayor extracción de nutrientes de los horizontes profundos del suelo (principalmente en zonas secas).
- Ayudar a recuperar suelos degradados.
- Se puede tener mayor producción y calidad de las cosechas en ambientes marginales.
- Reducir la diseminación y daño por plagas y enfermedades.
- Reducir externalidades ecológicas (contaminación de acuíferos y suelos).

- ❑ Madera producida reduce la necesidad de extraerla del bosque.
- ❑ Constitución de un capital tangible y estable (caso de árboles maderables).
- ❑ Reducción potencial de requerimientos y gastos en insumos (fertilizante, herbicidas, etc.).
- ❑ Reforzamiento del derecho de la propiedad a través de siembra de árboles en linderos.

El MANUAL AGROPECUARIO (2002) indica que los sistemas agroforestales ayudan a:

- ❑ Mejorar las condiciones microclimáticas en las zonas de producción frente a fenómenos como heladas, vientos, menor evapotranspiración.
- ❑ Diversificación de producción en la finca con diferentes temporalidades de cosecha como: madera, frutos, follaje, cercas, medicinas, portería, leña y otros productos no maderables.

De acuerdo a la ENCICLOPEDIA PRÁCTICA DE LA AGRICULTURA Y LA GANADERÍA (2002) los sistemas agroforestales permiten:

- ❑ Mejor aprovechamiento de los nutrientes y la luz, al cultivar de forma simultánea especies con desarrollo radicular, tamaño y requerimientos lumínicos distintos.
- ❑ Posibilidad de aprovechamiento de la interacción entre los árboles, los cultivos y los animales del sistema, que debe traducirse en una mayor

productividad de todos ellos, lo que a su vez, favorece la conservación de los recursos.

- Disminución de riesgos económicos para el campesino, como consecuencia de la diversificación de la producción; el empleo de mano de obra familiar con una mejor integración de los miembros de la familia en el proceso productivo, y el mantenimiento, en ciertos casos, de costumbres o prácticas de uso de la tierra con fuerte arraigo cultural.

GEILFUS F. (1997) y NAIR (1993), citado por JIMÉNEZ F. et al. (2001) aseveran que en los sistemas agroforestales:

- Las raíces de los árboles pueden aprovechar un volumen mayor de suelo que las raíces de los cultivos, los cuales son típicamente más pequeños y de ciclo productivo más corto. Esto significa una absorción de nutrientes y agua de mayores profundidades del suelo, que de otro modo (sin las raíces profundas de los árboles) no estarían accesibles para los cultivos. Además a nivel regional, la abundancia de árboles en el paisaje, asegura mejores condiciones para la agricultura.

HENDERSON (1995); YOUNG (1997); NAIR et al. (1999), citados por JIMÉNEZ F. et al. (2001) sostienen que cuando los árboles pierden follaje, ramas y raíces, estos nutrientes son incorporados al ambiente del cultivo. Estas contribuciones de biomasa ayudan a estabilizar el contenido de materia orgánica en el suelo y sus funciones esenciales para un ecosistema sustentable

Según REIFSNYDER y DARNHOFER (1989); MONTEITH y UNSWORTH (1990); STIGTER (1988); MUSCHLER Y NAIR (1999), citados por JIMÉNEZ F. et al (2001) coinciden en que los árboles debido a su mayor tamaño, follaje y ramas pueden moderar el microclima para los cultivos asociados de manera permanente y predecible. Este efecto reduce las condiciones extremas de viento, temperatura, humedad o sequía las cuales podrían limitar el crecimiento y la producción de los cultivos o animales en ausencia de árboles.

2.1.3. DESVENTAJAS DE LOS SISTEMAS AGROFORESTALES.

Entre los efectos negativos que destaca GEILFUS F. (1997) en los sistemas agroforestales se encuentran:

- ❑ Pueden provocar erosión en lugar de disminuirla: es el caso de árboles de hojas muy anchas, que provocan un goteo muy fuerte, por ejemplo teca.
- ❑ Pueden tener efectos alelopáticos o acidificar el suelo con sus hojas.
- ❑ Pueden hospedar plagas de los cultivos.

Según JIMÉNEZ F. et al. (2001) los SAF pueden ocasionar lo siguiente:

- ❑ Puede disminuir la producción de los cultivos (principalmente cuando se utilizan demasiados árboles (componentes) y/o especies incompatibles.
- ❑ Pérdidas de nutrientes cuando la madera y otros productos forestales son cosechados y exportados fuera de la parcela.

- ❑ Interceptación de parte de la lluvia, lo que reduce la cantidad de agua que llega al suelo (importante en zonas secas).
- ❑ Daños mecánicos eventuales a los cultivos asociados cuando se cosechan o se podan los árboles, o por caída de lluvia desde árboles altos.
- ❑ Los árboles pueden obstaculizar la cosecha mecánica de los cultivos.

BALDWIN (1988); KORT (1988); NAIR (1993), citados por MÉNDEZ E. et al. (2000) sostienen que las asociaciones de árboles con cultivos y/o pastos causan un cierto grado de competencia por luz, agua y nutrientes entre los diferentes componentes cuyos efectos varían de acuerdo a la distancia entre árboles y cultivos asociados, condiciones ecológicas y climáticas de una zona y las características de las especies de árboles, cultivos o pastos utilizados.

2.1.4. FUNCIONES DE LOS SISTEMAS AGROFORESTALES

De acuerdo a GEILFUS F. (1997) las principales funciones de los SAF son:

- ❑ Alimentación humana: frutos, hojas, raíces, savias, flores, corteza.
- ❑ Alimento para animales: hojas, frutos, néctar de las flores.
- ❑ Otros productos: medicina, bebidas estimulantes, aceites, perfumes, colorantes, gomas, papel, taninos, insecticidas, joyas, látex.

JIMÉNEZ F. et al (2001) añade que en los sistemas agroforestales:

- ❑ Se protege y conserva las riberas y taludes de ríos.

- Algunos árboles pueden utilizarse para bajar el nivel de la napa acuífera en terrenos inundados. En terrenos salinos, algunos árboles pueden ayudar a recuperar el suelo, mejorando el drenaje y aportando materia orgánica.
- Muchas especies de árboles sirven para cercas vivas y empalizadas que protegen las parcelas agrícolas de los depredadores.
- Se utilizan árboles como tutores y soportes vivos para los cultivos trepadores tales como pimienta, maracuyá, etc.
- Protección de cultivos, animales y humanos (ej. Rompevientos, fajas protectoras, estabilización de taludes, etc.).
- Contribución a la producción ganadera a través de sistemas silvopastoriles y agrosilvopastoriles.
- Función organizadora del paisaje, del espacio (derechos de cultura) y del territorio.

2.1.5. IMPORTANCIA DE LOS SISTEMAS AGROFORESTALES

Para GEILFUS F. (1997), el árbol tiene importancia social, económica y cultural debido a los siguientes efectos:

- **Escasez de leña para cocinar, para venta en el mercado, para calentarse:** los miembros de una comunidad buscan este recurso en sitios cada vez más lejanos. Mientras la leña es abundante, se recogen ramas secas, pero a medida que escasea la gente empieza a tumbar árboles verdes, los que a menudo tienen otros usos (frutales, sombra, madera,

forraje). Estos productos se pierden ahora en el fogón; hasta los tocones y raíces se arrancan para leña.

- **Efecto de la escasez de madera para construir casas, aperos agrícolas, postes, carretas, etc:** cuando se acaban los árboles, hay que comprar la madera fuera, y sólo los que poseen bastante dinero, pueden construir su casa con madera o cemento.
- **Efecto de la escasez de forraje para alimentación de ganado:** si la leña y madera llegan a escasear, éstos árboles son cortados y con ello, se deteriora la alimentación de los animales, hasta que resulta imposible mantenerlos. Entonces se acaba con los pastos y con los desperdicios de cosecha, y se produce lo que se llama sobrepastoreo.
- **Efecto de la agudización de la escasez de alimento:** con la desaparición de los árboles se extinguen muchos productos: frutas, raíces comestibles, productos medicinales, miel de abejas, animales utilizados en la alimentación, lo que trae como consecuencia mal nutrición y enfermedades.

JIMÉNEZ F. et al. (2001) manifiesta que los sistemas agroforestales ofrecen una solución potencial para el manejo y conservación de la biodiversidad dentro de los paisajes agrícolas. Contrario a los sistemas agrícolas de monocultivo que sólo utilizan unos pocos cultivos genéticamente uniformes, los SAF tienden a tener una alta diversidad genética, incorporan una variedad de árboles sembrados y especies de cultivo, y crean estructuras, hábitats y recursos que albergan un rango amplio

de especies adicionales. Si se diseñan y manejan apropiadamente, los SAF podrían ayudar en la conservación de una porción significativa de la biodiversidad y, simultáneamente, satisfacer los objetivos de productividad.

NAIR (1993); MONTAGNINI et al. (1992), citados por JIMÉNEZ F. et al. (2001) consideran que la agroforestería puede jugar un papel predominante en el manejo y conservación de la vegetación a través de diferentes efectos y funciones. Así, por ejemplo, la siembra de diferentes especies de árboles puede aumentar la diversidad genética vegetal.

KANG y LAL (1981); BRUIJNZEEL (1983), citados por JIMÉNEZ F. et al. (2001) manifiestan que tanto los árboles, como las plantas en general, cumplen un papel importante en preservar la calidad del agua. Parte de este papel se cumple a través de mejorar las propiedades físicas del suelo, principalmente la infiltración que reduce o evita escorrentía superficial y disolución y arrastre de sedimentos. Consecuentemente los SAF mejoran el reciclaje de nutrientes, reduce pérdidas por lixiviación y evitan que sustancias potencialmente peligrosas en la lluvia puedan contaminar el agua que drena.

MÉNDEZ E. et al. (2000) manifiesta que son muchos los aspectos que influyen al establecerse un SAF, ya que constituyen una alternativa para la introducción de árboles en las fincas y están asociadas con propósitos de protección y producción, los cuales causan efectos como:

- ❑ Regulación del microclima a nivel de la finca.
- ❑ Conservación de los recursos naturales mediante el control de la erosión del suelo (pérdida de fertilidad) y exceso de evapotranspiración.
- ❑ Disminución de la contaminación del ambiente y sus efectos sobre las personas, plantas, viviendas y animales mediante el control sobre las corrientes de aire que transportan sedimentos.

2.1.6. ASPECTOS QUE DETERMINAN LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AGROFORESTAL.

MUSCHLER R. (2000) formula una cadena de preguntas (por qué, dónde, cuáles y cuántos árboles plantar), de tal manera que se pueda evaluar el éxito o no de la combinación de cultivos con árboles.

¿Por qué plantar árboles?

Las razones para plantar árboles pueden ser económicas o ecológicas. La motivación económica más fuerte para plantar árboles es la reducción de los precios reales de los cultivos en los últimos años. Situación que puede motivar, en parte, el interés creciente en la combinación de cultivos con árboles para reducir costos y aumentar ingresos por la venta de otros productos como, por ejemplo, la madera.

La motivación ecológica viene dada por lograr combinar muchos beneficios de un sistema agrícola con las de un sistema forestal. Las interacciones positivas entre componentes pueden favorecer al SAF sobre otros sistemas de uso de la tierra, siempre y cuando sean más fuertes que las interacciones negativas (por ej. competencia y alelopatía)

¿Dónde plantar los árboles?

Para encaminar la respuesta adecuada a esta pregunta se debe considerar los siguientes aspectos:

- ❑ Buenas condiciones para el crecimiento de los árboles.
- ❑ Maximización de los efectos positivos de los árboles (por ejemplo en una cortina rompeviento).
- ❑ Los lugares donde hay mayor necesidad para proteger el suelo (por ejemplo pendientes fuertes).
- ❑ Los lugares donde es fácil de aprovechar y extraer la madera (por ejemplo linderos a la orilla de un camino).

¿Cuáles árboles plantar?

Entre los atributos más importantes que determinan la compatibilidad de un árbol están: su arquitectura de copa y sus cambios fenológicos, su tasa de crecimiento y su desarrollo radicular.

Entre los criterios más importantes para escoger especies promisorias encontramos: el uso de especies (maderables, frutales, servicios) según la forma de su copa, que determina el tipo de cultivo asociado; la adaptación a clima y suelo, compatibilidad con el cultivo y otros factores (especie local o exótica, semillas disponibles, otros usos, ayuda en el control biológico).

¿Cuántos árboles plantar?

Para MUSCHLER R. (2000) la densidad de árboles depende principalmente de la cantidad de sombra requerida, de parámetros ambientales, de las características de las especies escogidas (tasa de crecimiento, arquitectura y densidad de copa), y de la competitividad por agua y nutrientes de los árboles hacia el cultivo. Añade que el número de árboles por hectárea también afecta la distribución de tamaños de los árboles, el crecimiento de otros árboles asociados y la producción de cultivos.

2.1.7. LIMITANTES PARA EL ÉXITO DE UN SISTEMA AGROFORESTAL

Según JIMÉNEZ F. (2001) las principales limitantes para el éxito de un SAF son de tres tipos: factores históricos o tradicionales del uso de la tierra, factores socioeconómicos, y limitantes biofísicas.

BILLARD (1970), citado por JIMÉNEZ F. et al. (2001) indica que la limitante histórica proviene del enfoque “agroindustrialista” de los últimos cincuenta años de maximizar la producción agrícola basada en monocultivos y el uso de altos insumos externos (sobre todo, energía mecánica). Mientras que para GLIESSMAN (1998), el objetivo de un SAF está enfocado en la diversificación del ingreso para mayor estabilidad y, por ende, menor riesgo.

LYNGBAEK et al. (1999), citado por JIMÉNEZ et al. (2001) señala que las principales limitantes socioeconómicas para el éxito de un SAF pueden ser la mayor demanda de mano de obra, por ej. para podas, chapeas y reciclaje de biomasa. La mayor necesidad de mano de obra ha sido un argumento contra la práctica agroforestal o el uso de árboles que muchas veces necesitan más de una década para alcanzar dimensiones comerciales y generar ingresos.

Las principales limitantes biofísicas para asociar árboles con cultivos pueden ser divididas en tres grupos, según HUXLEY (1999) MUSCHLER (1999), citados por JIMÉNEZ F. et al. (2001).

1. La sombra producida por los árboles: La productividad de cultivos con altos requerimientos de radiación solar puede ser reducido fuertemente por la sombra excesiva de los árboles. Sin embargo, hay muchos cultivos que soportan diferentes grados de sombra. La selección y manejo adecuado de los árboles para reducir el sombreado y la selección de los cultivos o

variedades de mayor tolerancia a la sombra pueden reducir o eliminar este problema.

2. La competencia por el agua y nutrientes entre árboles y demás cultivos: Los árboles pueden reducir los rendimientos de los cultivos por competencia de agua y/o nutrientes, además, algunas especies arbóreas pueden suprimir el crecimiento de plantas asociadas a través de compuestos químicos liberados al suelo (alelopatía).
3. Posible predominancia de los efectos negativos sobre los positivos: La magnitud de los efectos positivos que pueden ser demasiado débiles para poder compensar sus efectos negativos. Sin embargo, limitantes edáficas o climáticas para el crecimiento de cultivos son mucho más comunes, y es exactamente en éstas condiciones, donde las contribuciones positivas de los árboles pueden ser aprovechadas para el beneficio del cultivo asociado.

2.1.8. CARACTERÍSTICAS DESEABLES DE LOS ÁRBOLES EN SISTEMAS AGROFORESTALES.

Entre las características que sugiere GEILFUS F. (1997) para la selección de especies maderables en sistemas agrosilvoculturales se encuentran:

- De crecimiento rápido; permite obtener resultados a un menor plazo para la reinversión y manutención de las familias.
- De sistema radicular profundo, ya que un árbol con raíces superficiales compite mucho más por nutrientes y agua con los cultivos asociados, que

un árbol con raíces pivotantes.

- ❑ De copa difusa que se pueda podar, o una copa muy recta y estrecha, para disminuir la sombra. Los árboles con copa masiva y densa (mango) provocan una competencia muy fuerte por la luz. Además, una sombra excesiva favorece las enfermedades y reduce la producción.
- ❑ De hojas pequeñas para una sombra difusa.
- ❑ No ser quebradizo, de forma tal que soporte la acción de los vientos.
- ❑ No tener efectos alelopáticos, ya que pueden impedir el crecimiento de los cultivos asociados.
- ❑ No hospedar plagas o enfermedades que afecten a los cultivos.
- ❑ No reproducirse sin control posible (chupones de raíz, semillas, etc.)

2.1.9. MANEJO DE LAS ESPECIES FORESTALES EN SISTEMAS AGROFORESTALES.

GEILFUS F. (1997) manifiesta que para aumentar el efecto benéfico y reducir cualquier inconveniente, los sistemas que asocian árboles y cultivos de ciclo corto necesitan, más que cualquier otro, un manejo intensivo de los árboles. Este manejo incluye:

- ❑ Selección de las especies
- ❑ Determinación de los espacios de plantación
- ❑ Podas de ramas
- ❑ Podas de raíces

2.2. SISTEMA AGROFORESTAL. RODALES

GEILFUS F. (1997) define a los rodales como plantaciones pequeñas de árboles especializadas en producción de madera, leña y forraje, en las cuales los árboles no se encuentran directamente combinados con otros cultivos durante un determinado tiempo; sin embargo se pueden considerar como sistemas agroforestales.

2.2.1. VENTAJAS DE LOS RODALES

GEILFUS F. (1997) señala que los sistemas de plantación en rodales tienen las siguientes ventajas:

- Intervienen en la producción agrícola de la finca, ya sea por que se encuentran en rotación y asociación (durante los primeros 5 años) con otros cultivos, o por que proveen de productos o servicios útiles.
- Estas plantaciones, generalmente de tamaño muy reducido, tienen una función principal de tipo comercial (demanda de madera, leña, carbón, forraje, etc.).
- Raras veces son la actividad principal de la finca, sino más bien una producción de complemento que permite aprovechar tierras marginales.
- Están en asociación con los demás sectores de la finca, en la cual constituyen un rubro más de producción.

- Pueden proveer a la familia de productos útiles, tales como material de construcción, combustible, forraje; y de servicios, como producción de abono verde, conservación de suelos, etc.

2.2.2. DESVENTAJAS DE LOS RODALES

GEILFUS F. (1997) menciona que los sistemas de plantación en rodales pueden presentar algunas desventajas como:

- Permite asociaciones con cultivos de ciclo corto sólo hasta el quinto año de desarrollo de los árboles, debido a la sombra que proyectan produciendo una competencia por luz, agua y nutrientes.
- Se presenta competencia lateral, incidiendo en la producción del volumen total de madera en forma permanente sino se implementan raleos y podas en el momento oportuno.
- Pueden hospedar plagas de los cultivos.
- Pueden tener efectos tóxicos (alelopáticos) sobre las plantas vecinas o acidificar el suelo con sus hojas.

2.2.3. CRITERIOS A CONSIDERAR PARA LA SELECCIÓN DE ESPECIES EN RODALES.

GEILFUS F. (1997) considera varios criterios para la selección de especies en sistemas de plantación en rodales, entre ellos se encuentran:

- ❑ Definir las especies arbóreas de acuerdo a sus características y condiciones ecológicas
- ❑ Valor comercial de la madera.
- ❑ De rápido desarrollo.
- ❑ No hospedar plagas o enfermedades en los cultivos.
- ❑ Calcular espaciamiento dentro del rodal para cultivar hortalizas durante los primeros 5 años.
- ❑ No tener efectos alelopáticos
- ❑ Manejo poco exigente.

2.3. SISTEMA AGROFORESTAL. LINDEROS MADERABLES

MÉNDEZ E. et al. (2000) define como linderos maderables a los árboles plantados en línea en los límites de parcelas agrícolas o fincas principalmente para producir madera o postes.

BEER (2000) citado por JIMÉNEZ F. et al. (2001) define como linderos maderables a la siembra de árboles en línea en los límites de las unidades de producción o fincas, plantados con objetivos múltiples: delimitación de la propiedad, aprovechamiento forestal (madera, postes, etc.), alimentación animal y humana, ambiental (microclima más favorable, paisaje agradable, promoción de la biodiversidad, fijación de carbono).

2.3.1. VENTAJAS DE LOS LINDEROS MADERABLES

MÉNDEZ E. et al. (2000) indica que los sistemas de plantación en linderos maderables permiten:

- ❑ Delimitación clara de la finca.
- ❑ Producción de madera o frutos en áreas sub-utilizadas.
- ❑ Reduce malezas y chapeas.
- ❑ Mayor valor y mejoramiento estético de la finca.
- ❑ Producción de postes (podas y raleos).
- ❑ Mejor crecimiento de árboles.
- ❑ Apto para pequeños agricultores.
- ❑ Menos plagas y enfermedades.
- ❑ Flexibilidad en manejo de podas y raleos.

ALTIERI y LETORNEAU (1982); YOUNG (1989); NORTON (1988), citados por MÉNDEZ E. et al. (2000) añaden los siguientes beneficios:

- ❑ Disminución en la velocidad del viento ya que éste en forma excesiva trae efectos negativos sobre el suelo y sobre los cultivos o animales.
- ❑ Incremento en la humedad relativa, lo cual resulta en una reducción en la tasa de evapotranspiración de los cultivos o pastos.
- ❑ La presencia de árboles en línea tiende a incrementar la biodiversidad del agroecosistema que incluyen plagas de cultivos, árboles y pastos y sus enemigos naturales.

- ❑ Incremento en la temperatura del aire y disminuciones en la temperatura del suelo.
- ❑ Mejoramiento de condiciones adversas para los animales como por ejemplo estrés.

2.3.2. DESVENTAJAS DE LOS LINDEROS MADERABLES

MÉNDEZ E. et al. (2000) sostiene que los linderos maderables pueden ocasionar ciertos inconvenientes como:

- ❑ Costos iniciales de protección y mantenimiento.
- ❑ Conflictos sobre propiedad del árbol con los vecinos.
- ❑ Cerca de alambre: daña la madera.
- ❑ Cosecha de frutales daña la cerca.
- ❑ Competencia con cultivos y/o pastos.
- ❑ Reducción del valor comercial, por mala forma y ramificación (necesita poda frecuente).
- ❑ Costos iniciales de control de malezas, más altos que en otros sistemas de producción de madera.
- ❑ En pastos, el pisoteo afecta raíces de los árboles y compacta el suelo.

2.3.3. CRITERIOS A CONSIDERAR PARA LA SELECCIÓN DE ESPECIES PARA LINDEROS MADERABLES.

MÉNDEZ E. et al (2000) incluye los siguientes criterios para la selección de especies en linderos maderables:

- Valor comercial de la especie: Se requiere que la siembra de árboles maderables justifiquen el esfuerzo e inversión en el mediano plazo. Deberá buscarse árboles que produzcan al menos maderas de mediana calidad, aunque lo óptimo sería introducir árboles de madera de alta calidad.
- Crecimiento apical rápido: Para que el retorno de la inversión realizada se concrete en menor tiempo posible debe considerarse especies de crecimiento rápido y que permitan la extracción de un producto secundario durante su crecimiento para disminuir los costos de mantenimiento de linderos.
- Autopoda en condiciones de campo abierto: Algunas especies maderables, como laurel (*Cordia alliodora*), tienen la capacidad de autopoda es decir, las ramas inferiores de estas especies se secan y caen rápidamente, por lo que es preferible seleccionarlas para las plantaciones en linderos, ya que permiten la reducción de costos e incremento del valor del producto.
- Resultados previos alentadores: La consideración de experiencias previas y preferencias en la zona, realizadas por otros proyectos contribuye a la selección de especies con altas posibilidades de éxito. La decisión de

sembrar especies exóticas o nativas debe ser de los finqueros no de los técnicos.

- Disponibilidad de semilla certificada: Se debe utilizar material genético de alta calidad que produzcan plantas fuertes, sanas y principalmente con una conformación ideal concordante con los objetivos de la producción que se pretende.
- Susceptibilidad a plagas y enfermedades: Debe evitarse utilizar especies reconocidas por su susceptibilidad a plagas y enfermedades de la zona, o bien con problemas ampliamente identificados como es el caso de *Swietenia macrophylla* o *Cedrella odorata* de gran susceptibilidad al ataque del barrenador del tallo (*Hypsipylla grandella*).
- Copa delgada y abierta: Para minimizar la competencia por luz con cultivos aledaños al linderos se recomienda emplear especies con copa abierta o delgada, como *Cordia alliodora* o *Eucalyptus deglupta*.
- Poca exigencia en el manejo: El uso de especies agresivas, como los eucaliptos, con potencial significativo para sobrevivir y crecer rápidamente con un manejo no muy exigente, debe ser priorizado, pues permitirán disminuir riesgos y costos de mantenimiento.

MÉNDEZ F. et al. (2001) señala que para asegurar el éxito de la inversión de linderos maderables se deben tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- Costos de establecimiento y de protección: Se deben evitar los sitios o áreas de pastoreo para el establecimiento de árboles en los linderos.

- Competencia con cultivos: Se deben seleccionar sitios donde la competencia con los cultivos sea mínima. Las consecuencias de la competencia por luz son menores en el caso de la asociación con cultivos umbrófilos , como el cacao o el café, que en cultivos heliófitos como el maíz.
- Condiciones del suelo: Hay especies que se adaptan con buen resultado a sitios muy húmedos y compactados. A lo largo del lindero pueden presentarse diferentes circunstancias en los suelos, ya sea por mal drenaje o compactación. Ej. *Cordia alliodora* es altamente susceptible a suelos compactados y con mal drenaje.
- Fertilidad del suelo: Es recomendable plantar los árboles en suelos buenos, ya que hay mayor probabilidad de conseguir resultados satisfactorios en menor tiempo.
- Factibilidad de aprovechamiento: Sitios cerca de un río o barranco profundo pueden no ser deseables para una siembra de maderables comerciales debido a problemas legales, o los elevados costos de sacar trozas de madera en condiciones accidentadas de terreno.
- Sombra lateral: La influencia de sombra lateral, es en muchos casos beneficiosa para la forma del fuste de un maderable ya que incrementa su valor comercial. Sin embargo, si esta influencia se manifiesta por un solo lado, el efecto puede ser detrimental, dada la tendencia del árbol a crecer inclinado en dirección contraria a la sombra.

- Recursos del finquero: El programa o los proyectos para la siembra de árboles maderables en linderos debe prever los recursos necesarios para el mantenimiento de la plantación. Se recomienda que si no hay suficientes recursos para cuidar muchos árboles, es preferible sembrar menos, cuidando que los recursos disponibles sean suficientes para su mantenimiento.

2.4. SISTEMA AGROFORESTAL. HILERAS DE ÁRBOLES ENTRE CULTIVOS.

Según JIMÉNEZ F. et al. (2001) este sistema consiste en la siembra de cultivos anuales en los espacios entre hileras de especies leñosas de rápido crecimiento, donde los árboles están orientados de tal manera que minimizan la sombra dentro de los callejones.

2.4.1. VENTAJAS DE LAS HILERAS DE ÁRBOLES MADERABLES ENTRE CULTIVOS.

Para GEILFUS F. (1997) los beneficios de hileras maderables entre cultivos son:

- Disminución en la velocidad del viento ya que éste en forma excesiva trae efectos negativos sobre el suelo y sobre los cultivos o animales.
- Generación de productos adicionales para la venta y consumo (postes, leña, frutos, follaje, goma, madera).

- ❑ Mejoramiento o mantenimiento de la productividad al proteger los cultivos de daño por el viento o clima.
- ❑ Incremento en la humedad relativa, lo cual resulta en una reducción en la tasa de evapotranspiración de los cultivos o pastos.
- ❑ Incrementa la fertilidad del suelo.

2.4.2. DESVENTAJAS DE LAS HILERAS DE ÁRBOLES MADERABLES ENTRE CULTIVOS.

Según GEILFUS F. (1997) los efectos negativos causados por hileras de árboles maderables entre cultivos son:

- ❑ Pueden hospedar plagas de los cultivos.
- ❑ En la proximidad de la cortina la producción del cultivo puede ser menor.
- ❑ Es un rompevientos imperfecto porque la base se descubre a medida que los árboles crecen y se realizan las podas.
- ❑ También cada vez que se corta un árbol para aprovechar la madera o leña, se forma un hoyo en la cortina.

2.4.3. CRITERIOS A CONSIDERAR PARA EL DISEÑO DE HILERAS DE ÁRBOLES ENTRE CULTIVOS.

Para MÉNDEZ E. et al. (2000) los aspectos a considerar son:

- ❑ Conocer cual es el cultivo, animales o elementos a proteger.
- ❑ Considerar las características climáticas, edáficas y topográficas del sitio.

- ❑ Definir las especies arbóreas o arbustivas que se utilizarán según los objetivos por los cuales se establece.
- ❑ Definir la disposición entre hileras y la orientación de la cortina con respecto al viento.
- ❑ Definir la alternancia de especies para cada hilera de la cortina.
- ❑ Utilizar diversas especies maderables para evitar ataque de plagas.
- ❑ Considerar los aspectos socioeconómicos que influyan sobre el establecimiento y manejo de cortinas rompevientos.

2.5. EXPERIENCIAS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS AGROFORESTALES

BERNAL M. (2003) anota que en Taura, Provincia del Guayas, se ha intercalado especies de teca con cultivo de mango, donde la asociación ha permitido reducir los costos de producción. Se asegura además, que ésta asociación no varía en nada el ciclo productivo del mango, siempre y cuando se realicen las podas (hasta una edad de 12 años donde la teca afecta al cultivo cuando su follaje es más frondoso) necesarias para no impedir el paso de la luz. En esta experiencia se trabajó con distancias de siembra de 10 x 10 m para la teca, de esta manera se dio el espacio necesario para el desarrollo del mango.

De acuerdo a GEILFUS F. (1997) en el Sur de la India, miles de agricultores plantan tamarindo (*Tamarindus indica*) en las partes más secas y pobres de su

terreno, a una distancia de 8 a 12 metros. Estos árboles producen hasta 250 Kg. de pulpa por año, que se venden a buen precio en el mercado en la estación seca, cuando no hay ninguna cosecha. En la estación húmeda, se siembran cultivos intercalados debajo de los árboles. Aunque el tamarindo reduzca un poco la superficie disponible para los cultivos, esto se compensa con la venta de los frutos. Además el árbol mejora el microclima y el suelo de la parcela.

GEILFUS F. (1997) señala además, que en República Dominicana es muy común la combinación de los cultivos de ciclo corto con frutales (mango, aguacate, cítricos) y palmas. Estos árboles son más bien espontáneos, y el agricultor no está generalmente consciente de que tengan un efecto benéfico. Es que los productos que aportan (frutas, alimentos para animales y material de construcción) justifican su mantenimiento. Un árbol como el mango, que compite fuertemente con los cultivos, es regularmente podado y sus ramas se usan para la preparación de carbón.

MÉNDEZ E. et al. (2000) cita una experiencia reciente en la siembra de linderos maderables que fue realizada por el Centro Agronómico de Investigaciones y Enseñanza (CATIE) en el trópico bajo de Costa Rica (Talamanca) y Panamá (Changuinola). Entre las especies utilizadas en esta experiencia se encuentran el Eucalipto (*Eucalyptus deglupta*), Acacia (*Acacia mangium*), Laurel (*Cordia alliodora*), Teca (*Tectona grandis*), Terminalia (*Terminalia ivorensis*) y Roble (*Tabebuia rosea*). El seguimiento comprendió el porcentaje de sobrevivencia,

DAP, altura y diámetro de la copa; además, se identificaron plagas y enfermedades que atacaron a estas especies. Al término de esta experiencia las conclusiones más importantes fueron: 1) *E. deglupta* fue la especie con mayor DAP, altura y volumen de madera producido a los seis años de edad. 2) La mejor sobrevivencia a la edad de 5 años, se obtuvo con *E. deglupta* y *T. grandis* (90%); la peor fue con la nativa *C. alliodora* (56%). 3) Las copas más anchas a los 5 años de edad se obtuvieron con *T. ivorensis* y *E. deglupta* (10-11m). *E. deglupta* y *C. alliodora*, por tener una copa abierta, fueron las especies que proporcionaron menos sombra.

Para futuras comparaciones se presentan las medidas dasométricas del laurel, según resultados del estudio realizado por el CATIE en Costa Rica y Panamá, publicado por MÉNDEZ E. et al. (2000).

**Dimensiones dasométricas del laurel (*Cordia alliodora*) en
Costa Rica y Panamá**

Especie	DAP (cm)	Altura total (m)	Diámetro de copa (m)
<i>C. alliodora</i>	19.5	14.1	6.2

MÉNDEZ E. et al. (2000) indica que en la República de Sudán, así como en Chad se practica un sistema de agricultura rotacional a pequeña escala, en la cual una familia rural promedio de cinco miembros puede hacer su vida en 4 a 6 ha. de

tierra. El sistema utiliza la siembra de *Acacia senegal* con intercultivos de millo, sorgo y pastos durante 1 a 5 años.

Según JIMÉNEZ F. et al. (2001) en algunas áreas del sur de la India, en zonas más secas, se usan rompevientos constituidos por una hilera central de Neem (*Azadirachta indica*) o de *Eucalyptus*. En ambos lados, se añade una hilera de Mesquite (*Prosopis juliflora*) y *Euphorbia tirucalli*. Estas especies espinosas impiden el paso, y el Mesquite se aprovecha para leña y carbón.

Otra experiencia citada por JIMENEZ F. (2001) es de la parte seca del oeste africano, donde los agricultores mantienen en sus parcelas un árbol de gran tamaño (*Acacia albida*). Este árbol tiene una característica extraordinaria: pierde sus hojas en la estación húmeda y las mantiene en la estación seca, a diferencia de los demás árboles. Esto permite sembrar los cultivos (sorgo, frijoles) debajo de los árboles durante la época de lluvia, cuando el suelo está abonado por la caída de las hojas, ricas en nitrógeno y el árbol no produce sombra. Cuando viene la sequía, el árbol se cubre de hojas y protege el suelo y los cultivos de los ardores del sol. En esta época, se podan parcialmente los árboles para alimentar los animales con las hojas y las legumbres porque la hierba es escasa. La asociación sorgo - kad permite cultivar el sorgo en la misma parcela, hasta 30 años sin que baje la cosecha. La influencia del árbol sobre la fertilidad es tal, que las plantas de sorgo que crecen bajo el kad, son más altas y producen 2.5 veces más granos que las plantas en pleno sol.

2.6. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE ESPECIES FORESTALES.

2.6.1. *Azadirachta indica* A. Juss (Neem)

BORJA C. y LASSO S. (1990) sostienen que el neem, perteneciente a la familia Meliaceae, es originario del sudeste de Asia. Se adapta muy bien a los suelos y climas semiáridos en países tropicales y subtropicales, con regímenes pluviométricos de 400-800 mm anuales, siendo por tanto tolerante a determinados niveles de aridez y salinidad del suelo y crece óptimamente a una altitud inferior a los 400 m.s.n.m. Demanda mucha luz y temperaturas entre 26 y 36 °C y valores de PH que pueden variar entre 6 y 8, prefiriendo suelos profundos y suelos del tipo loam o arenosos. El árbol esta siempre verde, dando sombra todo el año. Su madera es buena y resistente, utilizable para muebles y construcciones en general. Su porte varía entre 10 y 20 metros de altitud. Florece por primera vez a la edad de 2 o 3 años. Las flores son blancas o crema, hermafroditas dispuestas en racimos de hasta 22 cm de largo. Su fecundidad depende de la cantidad de iluminación recibida, así como de la humedad. Las hojas son de tipo imparipinadas con foliolos de color verde claro e intenso en dependencia de las condiciones agroclimáticas. La fruta, en forma de drupa, es de color verde claro durante su desarrollo, tornándose progresivamente hasta amarillo en la madurez. La fruta madura es pulposa y posee una cutícula fina que se desprende fácilmente.

Las semillas están contenidas en frutos ovales, parecidos a olivas. Su tamaño es variable, y su color es blanco cuando está seca.

Según ALVAREZ G. (1999) el neem posee múltiples propiedades tales como: insecticida, repelente, fungicida, nematocida e inhibidor de crecimiento. Controla una amplia gama de insectos plagas utilizando cuatro formas de preparación: extracto acuoso, aceite de neem, polvo y prensado de neem. Agrega que no es tóxico para insectos benéficos.

2.6.2. *Tabebuia chrysantha* (Jacq.) Nichols ssp. *Chrysantha* (Guayacán)

De acuerdo a VALVERDE M. (1991) el guayacán pertenece a la familia Bignoniaceae, propia del bosque seco tropical y bosque húmedo tropical. Crece óptimamente en altitudes de 0 a 300 m.s.n.m. y en suelos derivados de materiales ígneos o metamórficos. Su madera es muy apreciada y se utiliza para muebles, pisos, escaleras, durmientes, etc. Su porte varía de 10 – 20 m de alto. Hojas compuestas palmadas con 5 folíolos oblongas u ovadas, obtusas hasta abruptamente acuminadas. Inflorescencia agrupadas en una panícula terminal; flores con cáliz campanulado 5 lobado, cortamente pubescente, tricomas pardo rojizos; corola tubular infundibuliforme, 4 – 6 cm de largo, amarillas con castaño rojizo en la garganta, nervadura reticulada en las márgenes de los lóbulos. Su fruto es una cápsula linear cilíndrica de 15 – 47 cm de largo y 0,8 – 1,4 cm de ancho, pubescencia estrellada tomentosa.

2.6.3. *Cordia alliodora* (R & P) Cham (Laurel)

BORJA C. y LASSO S. (1990) sostienen que el laurel pertenece a la familia Boraginaceae, propia de la costa ecuatoriana, crece en altitudes que comprenden de 0 a 1500 m.s.n.m., en suelos medianos y pesados, alcalinos o neutros. Soporta temperaturas de 16° - 32°C. Alcanza una altura de hasta 47 m, con un diámetro de 70 cm. Requiere mucho espacio. De crecimiento rápido. Exige completa exposición al sol. Es excelente para plantaciones en línea. Su madera es medianamente dura y se la puede utilizar en ebanistería, construcción, parquet, etc. Resiste al ataque de termites de la madera seca. También tiene usos medicinales (semillas, hojas). De hojas elípticas u oblongas, finas, color verde amarillento, ligeramente lustrosas, el envés es más pálido y con pubescencia estrellada, con olor a ajo al estrujarse. Flores blancas, fragantes, tubulares, de 5 lóbulos y como de 12 mm de largo y de ancho, apiñadas en racimos terminales ramificados, grandes y vistosos, más tarde tornándose café. La fruta en forma de nuecesillas de 5 mm de largo, con el cáliz y la corola color café permaneciendo adheridos. Las ramitas con ensanchamiento y huecos habitados por hormigas.

2.6.4. *Swietenia macrophylla* (Caoba)

BORJA C. y LASSO S. (1990) señalan que la caoba pertenece a la familia de las Meliaceae, es una especie que crece tanto en la costa como en el oriente ecuatoriano y se adapta en altitudes que comprende de 0 a 750 m.s.n.m., en suelos

aluviales arenosos y de origen calizo. Alcanza una altura de hasta 60 m de alto. Su madera es de muy buena calidad ya que es utilizada para la elaboración de muebles finos. Posee hojas de tipo compuestas, alternas, bipinadas, lobuladas. Flores monoicas de color rojizo. Sus frutos son bayas de forma cónica de 6 a 8 cm, y su tronco es de tipo cilíndrico, de copa rectangular en forma de parasol.

2.6.5. *Samanea saman* Jacq. (Samán)

Según VALVERNE M. (1991) el samán es una especie que pertenece a la familia de las Mimosaceae. Es una especie común de la costa ecuatoriana, de bosque húmedo tropical. Su madera es liviana y de grano regular. Es muy utilizada para sombra, leña, carbón, durmientes y hasta como ornamental. Las semillas requieren una inmersión en ácido sulfúrico por dos horas para germinar. La germinación es del 65 % y debe permanecer de 3 a 4 meses en el semillero. Se cosecha a los 25 – 30 años. Sus hojas son de tipo compuestas, alternas y bipinadas. De flores en umbela y su fruto es una vaina (legumbre). Su copa es bastante extendida (aparasolada), la consistencia de la corteza es corchosa de color café claro.

2.6.6. *Cedrela odorata* L. (Cedro cubano)

BORJA C. y LASSO S. (1990) aseveran que el cedro pertenece a la familia de las Meliaceae. Es un árbol que alcanza una altura de hasta 37 m y con un diámetro de hasta 1 m. Crece en la región costa y oriente (originario de las Antillas) en suelos

neutros y fértiles, de origen volcánico y calizo, y en bosques húmedo tropical y bosque húmedo premontano, especialmente en los valles y en las orillas de los ríos. Soporta temperaturas de 11° a 36° C. Necesita mucha luz. Tiene una producción potencial de 11 – 22 m³/ha/año. Su madera es parecida a la de Caoba, de olor fragante característico, sabor amargo, blanda liviana (0.32), fuerte, durable, resistente a los termites de la madera seca. Se la utiliza en ebanistería, para remedios caseros (hojas), como sombra en plantaciones de café, cacao y pastos, moldes de hormigón, ornamental, leña, carbón, etc.

Posee hojas grandes alternas, paripinadas, de 25 – 50 cm de largo, con 10 – 22 hojuelas pareadas, lanceoladas, oblongas u ovadas, de punta larga en el ápice y oblicuas en la base puntiaguda. Sus flores son angostas, de color verde amarillentas, aromáticas de casi 1 cm de largo, pareciendo tubulares, pero con 5 pétalos angostos, en racimos terminales, libres y extendidos. Los frutos son cápsulas elípticas de color café, de 5 cm de largo y 2 cm de diámetro, las que se abren en 5 partes desde el ápice para liberar muchas semillas con alas largas.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LOCALIZACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

La comuna Salanguillo se encuentra situada al noreste de la parroquia Colonche, cantón Santa Elena, provincia del Guayas. Según la clasificación ecológica de Holdridge esta zona se caracteriza por presentar un bosque tropical húmedo en la parte norte, con precipitaciones de 1000 a 1500 mm/año, y de bosque muy seco tropical en la parte sur, con precipitaciones de 300 a 500 mm/año y con temperaturas promedio de 20 a 30 °C.

Presenta una topografía irregular con pendientes del 12 al 80% y altitudes que van entre 60 a 600 m.s.n.m. El suelo es de textura arcillosa en la parte alta o norte, y franco a arcillosa en la parte baja o sur. Su hidrografía está conformada por el Río Las Negras y el Río Los Reyes que forman el Río Salanguillo, afluente del Río Javita que desemboca en el mar a la altura de la comuna Palmar.

La Comuna posee una extensión de 15512 has y está constituida por cuatro recintos (Las Bolsas, Clementina, Palo Largo y El Salado) e integrada por 364 comuneros los cuales se dedican a labores agrícolas, ganadería y la tala de madera del bosque natural.

El presente trabajo de investigación se realizó en el recinto El Salado, ubicado en la parte sur de la comuna Salanguillo. Geográficamente el recinto está ubicado a 80° 34' de longitud O y 1° 57' de latitud S, con una altitud media de 65 m.s.n.m. Está atravesado por el río Salanguillo, afluente del río Javita, originando un sistema hidrográfico que sirve de asentamiento a varias comunas (Figura 1 A).

El recinto posee un área de 147 has aproximadamente y con una población de 64 habitantes, las mismas que se dedican principalmente a labores agrícolas, ganadería, ebanistería y venta de mano obra local y regional.

3.2. MATERIALES Y EQUIPOS

Para el desarrollo del estudio fue necesario la utilización de los siguientes materiales y equipos:

1. Libreta de campo
2. Encuestas elaboradas
3. Materiales de oficina
4. Cámara fotográfica
5. Computadora
6. Calculadora
7. Cinta métrica
8. GPS

3.3. METODOLOGÍA

3.3.1. PROCEDIMIENTOS PRELIMINARES

Se recopilaron datos de fuentes bibliográficas, revistas, diarios y demás documentos que permitieron adquirir las bases necesarias para el desarrollo del presente trabajo. Además, se realizó el reconocimiento directo del área mediante viaje de exploración a la zona de estudio.

3.3.2. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN DE CAMPO

La presente investigación se realizó mediante el diagnóstico participativo, donde la herramienta principal fue la encuesta (Formato 1 A) a los agricultores de la zona, acompañada de entrevistas no estructuradas y apoyada por la observación directa de campo.

Se encuestó a 18 agricultores que tienen sus propiedades de cultivos en el valle del recinto El Salado. La encuesta comprendió cuatro componentes principales:

- a. Aspectos sociales
- b. Aspectos económicos
- c. Producción agrícola
- d. Sistema agroforestal.

3.3.2.1. Aspectos sociales

La información social comprende datos sobre los servicios básicos con que cuenta la población, composición familiar, nivel de educación del productor, tipo de organización a que pertenecen, capacitación recibida, tenencia de la unidad productiva.

3.3.2.2. Aspectos económicos

En la información económica se tomaron datos sobre las principales actividades que generan ingresos económicos, la fuente de financiamiento para inversiones en la actividad agroproductiva, extensión de la UPA.

3.3.2.3. Producción agrícola

Para la valoración agrícola se recabó información acerca de los principales cultivos de la zona, costos de producción, rendimiento de los cultivos, fuente y superficie con riego de la UPA, principales problemas para la producción agrícola.

3.3.2.4. Sistema agroforestal

Además de la encuesta, la observación directa de campo ayudó a obtener información sobre sistemas agroforestales existentes, especies forestales

plantadas, las asociaciones realizadas de cultivos con especies forestales y/o frutales, rendimientos de los cultivos asociados, principales problemas fitosanitarios de las especies forestales y frutales.

Además se tomaron medidas dasométricas que nos permitieron evaluar las especies forestales existentes, para lo cual se tomó una muestra al azar de 10 árboles por especie en cada finca visitada, registrándose datos como: altura total del árbol (medición efectuada desde el suelo hasta la yema terminal del árbol), diámetro a la altura del pecho (DAP, tomado a una altura de 1.30 m por encima del nivel del suelo), y el diámetro de copa relacionado con la proyección de la sombra que ésta refleja en el suelo.

Finalmente se determinó las especies forestales aceptadas por los agricultores, el área tentativa que le gustaría plantar. Se realizó una evaluación de especies forestales de 20 años de edad en una zona con características edafoclimáticas semejantes al área de estudio, con la finalidad de proyectar el área basal futuro a ocupar cada especie, el volumen de madera comercial en pie y los ingresos por comercialización. Por ejemplo para el diseño del sistema de plantación en rodal, en el caso de caoba, se procedió de la siguiente manera:

$$AB = 0.8 \times d^2$$

Siendo AB = Área basal en m²

0.8 = Constante

d = Diámetro a la altura del pecho en m.

$$AB = 0.8 \text{ d}^2$$

$$AB = 0.8 \times (0.35 \text{ m})^2$$

$$AB = 0.098 \text{ m}^2$$

$$HC = HT \times 64\%$$

Siendo HC = Altura comercial del árbol en pie

HT = Altura total del árbol

$$HC = HT \times 0.64$$

$$HC = 16 \text{ m} \times 0.64$$

$$HC = 10.24 \text{ m}$$

$$VC = AB \times HC \times F$$

Donde VC = Volumen comercial del árbol en pie m^3

F = Factor de corrección, en este caso 0.7

$$VC = AB \times HC \times F$$

$$VC = 0.098 \text{ m}^2 \times 10.24 \text{ m} \times 0.7$$

$$VC = 0.70 \text{ m}^3$$

Realizados los cálculos de volumen comercial de madera en pie, se determinó el posible ingreso total de la producción forestal por hectárea para cada uno de los sistemas agrosilvoculturales.

3.3.3. ANÁLISIS ECONÓMICO DEL SISTEMA AGROFORESTAL

Para evaluar la rentabilidad económica se tomó en cuenta la cantidad de árboles plantados, el desarrollo alcanzado por la especie forestal, los cultivos asociados, el rendimiento del cultivo dentro del SAF, costos de producción e ingresos económicos.

4. RESULTADOS

4.1. ASPECTOS SOCIALES DEL RECINTO EL SALADO.

4.1.1. SERVICIOS BÁSICOS

4.1.1.1. Agua

Al igual que la mayoría de las comunidades asentadas en la zona, el servicio de agua para consumo humano es a través del sistema de agua entubada, sistema que se basa en la alimentación desde un pozo ubicado en el Río Salanguillo, hasta un reservorio situado estratégicamente para la distribución del líquido por medio de piletas. Cada usuario paga por el servicio una tarifa mensual de 1 USD.

4.1.1.2. Electricidad y alumbrado

Todos las viviendas en esta comunidad poseen energía eléctrica, pero el alumbrado público es deficiente, por la poca atención que los gobiernos seccionales de turno le prestan a la mayoría de las zonas rurales.

4.1.1.3. Educación

En el área educativa, la comunidad no cuenta con centro educativo alguno desde 1970, año en que fue cerrada la escuela del recinto, razón por la cual los escolares deben movilizarse hasta las poblaciones vecinas como Salanguillo, Clementina y Manantial de Guangala, donde existen escuelas con uno o dos profesores fiscales y otros dos particulares, y con escasa disponibilidad de material didáctico.

La comuna Salanguillo posee una academia artesanal donde los jóvenes del recinto y de otras comunidades, se capacitan en ebanistería, para el mejor aprovechamiento del recurso forestal existente en la zona. Los jóvenes que tienen el privilegio de acceder a la instrucción secundaria, lo realizan en San Marcos, Palmar, Santa Elena.

4.1.1.4. Salud

El servicio de la salud es precario en esta zona, puesto que el centro de salud más cercano se encuentra en la comuna Manantial de Guangala adonde acuden los pobladores de los recintos aledaños. Este centro no posee los implementos necesarios para casos graves de salud, por ende los pacientes son trasladados hasta Santa Elena, La Libertad o al hospital del Seguro Campesino ubicado en Ancón.

4.1.1.5. Vías de comunicación

La red vial La Libertad - Manantial de Guangala es una carretera asfaltada en buen estado, mientras que de Manantial de Guangala hasta el recinto El Salado los caminos son de tipo lastrado, de regulares condiciones en verano y pésimas en invierno; no existen infraestructura de pasos de agua o han sido destruidos en épocas de lluvias.

4.1.1.6. Transporte

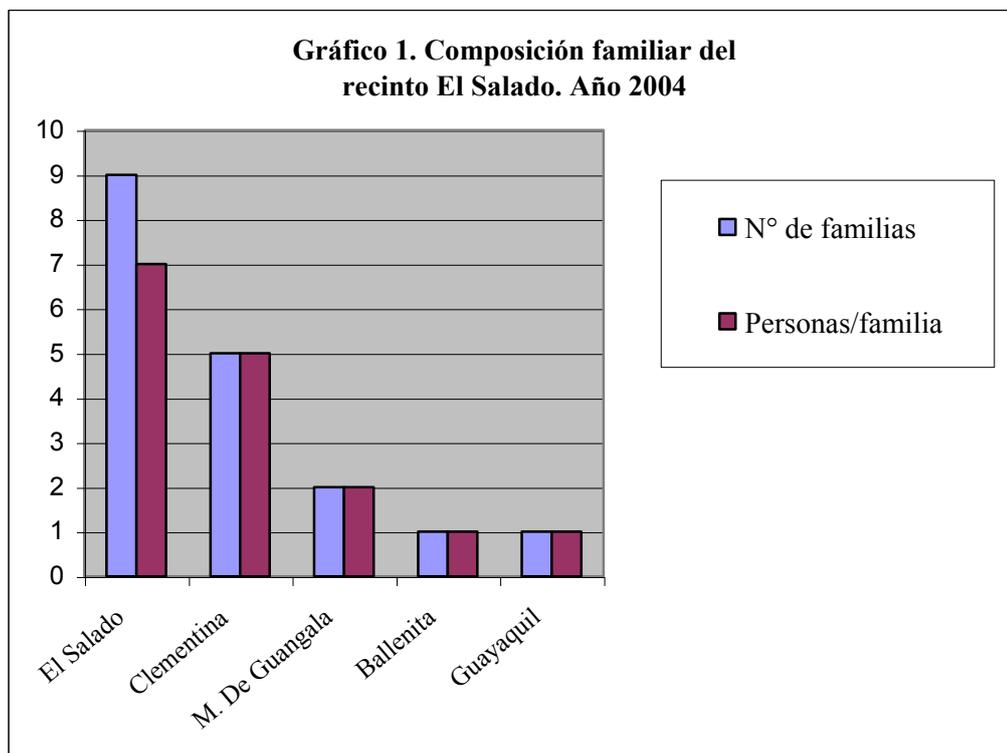
Existe una línea de transporte (Cooperativa Manantial de Guangala), estas unidades llegan dos veces por día al recinto, una en la mañana y en la tarde, realizando un recorrido que va desde Salanguillo, El Salado, Clementina, Los Ceibitos hasta llegar a Manantial de Guangala para continuar el viaje hacia La Libertad. Estos buses en temporada invernal, por la crecida del Río Salanguillo no pueden realizar su recorrido diario hacia la Comuna, por lo que ingresan solo al recinto El Salado.

4.1.2. COMPOSICIÓN FAMILIAR

De los agricultores encuestados se logró determinar lo siguiente: 9 agricultores habitan en el recinto con sus respectivas familias, lo cual representa una población de 64 habitantes; de éstos 33 son mujeres y 31 son hombres. Otros 7 agricultores

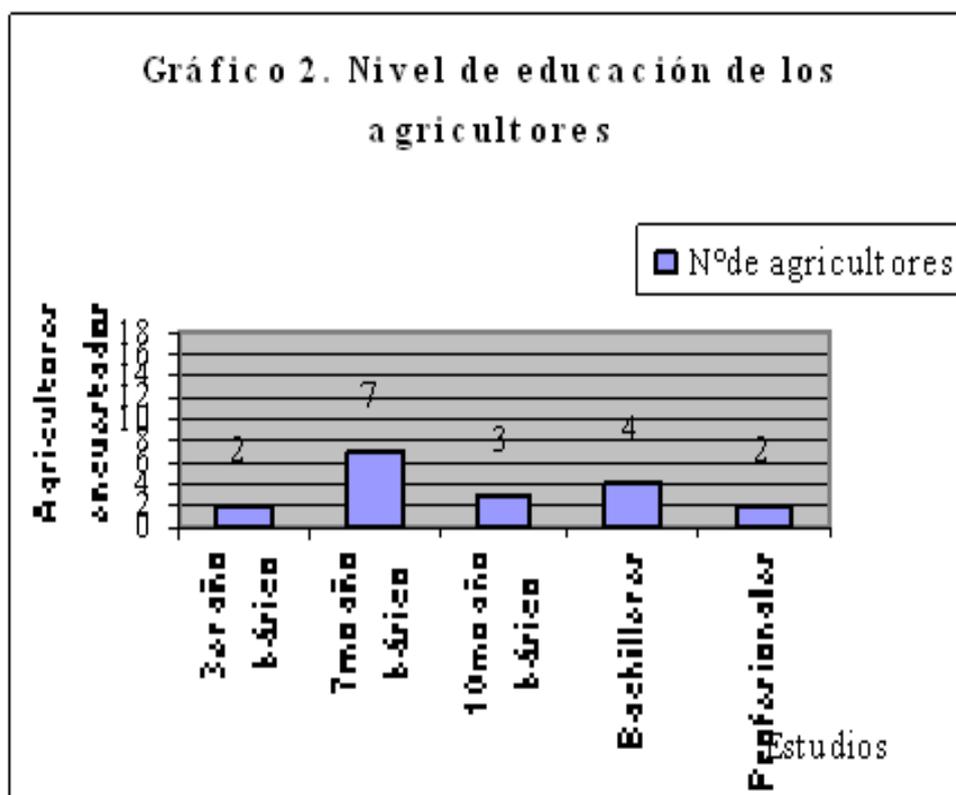
viven en pueblos aledaños pero tienen sus propiedades en este recinto y los 2 agricultores restantes residen en zonas urbanas. (Gráfico 1).

Cada jefe de familia debe mantener un promedio de 6 personas, los mismos que ayudan en las labores agrícolas en forma ocasional. Adicionalmente el productor contrata mano de obra local para la producción agrícola, especialmente para las labores de siembra, mantenimiento y cosecha de los cultivos.



4.1.3. NIVEL DE EDUCACIÓN DE LOS PRODUCTORES

Todos los agricultores encuestados demuestran algún grado de alfabetización a pesar de la falta de centros educativos en la zona de estudio (Gráfico 2): dos de ellos únicamente asistieron hasta el tercer año básico; siete culminaron con la instrucción primaria (hasta el séptimo año básico); tres agricultores estudiaron hasta el décimo año básico, cuatro son bachilleres, y los dos últimos entrevistados poseen títulos universitarios (no son residentes del lugar), lo que demuestra un alto grado de alfabetización, esto contribuye a la capacidad de discernir los problemas de desbalance ecológico producido por la agricultura convencional.



4.1.4. ORGANIZACIÓN Y CAPACITACIÓN

Los agricultores encuestados forman parte de la comuna Salanguillo, que es una organización comunal con vida jurídica desde 1936. La Comuna está representada por cinco miembros que son: presidente, vicepresidente, secretario, tesorero y síndico, quienes son las autoridades locales, y son nombrados por el período de año con opción a reelección, dependiendo de la labor que desempeñen.

La Comuna realiza reuniones mensuales donde se toman resoluciones en beneficio de la comunidad; la asamblea es la máxima autoridad.

Adicionalmente los agricultores del valle El Salado están agrupados en un Comité de Desarrollo, integrado por una directiva la cual gestiona y ayuda al progreso y bienestar de sus habitantes, con el apoyo de las ONGs presentes en la zona.

En cuanto a la capacitación, los agricultores han recibido talleres y seminarios sobre reforestación, elaboración de abonos orgánicos, técnicas de injertación y manejo de cultivos apoyados por instituciones como Fundación Natura, CEDEGE, Centro de Promoción Rural (CPR) y Plan Internacional.

4.1.5. TENENCIA DE TIERRA

El sistema de propiedad es de tipo comunal cuyo título posee la comuna

Salanguillo, de las cuales 147 has corresponden al recinto El Salado. El 78% de los encuestados poseen certificados de posesión comunal y el 22% poseen títulos de propiedad de extensiones que van 1 a 20 ha. (Cuadro 1). Adicionalmente ciertos agricultores arriendan pequeñas superficies, para la siembra de cultivos de ciclo corto bajo riego, situadas en la misma zona de influencia.

Cuadro 1. Estado de tenencia de tierra de los agricultores del recinto El Salado.

	Propietario	Estado de tenencia de la tierra	Nº de has.	Lugar de residencia
1	Erwin Constante Triviño	Posesionario comunal	3	El Salado
2	Antonio Constante Santos	Posesionario comunal	3	Clementina
3	Lofredo Constante Saltos	Posesionario comunal	1	Clementina
4	Richard Constante Santos	Posesionario comunal	2	Clementina
5	Hábito Pozo Del Pezo	Posesionario comunal	14	El Salado
6	Efraín Castillo	Posesionario comunal	6	El Salado
7	Nuption Rosales Beltran	Posesionario comunal	15	El Salado
8	Alejandro Rosales Triviño	Posesionario comunal	10	El Salado
9	Luis Méndez Magallanes	Posesionario comunal	3	M. de Guangala
10	Milton Constante Triviño	Posesionario comunal	10	El Salado
11	Nixon Constante Triviño	Título de propiedad	7	M. de Guangala
12	Sergio Pozo Villamar	Posesionario comunal	16	El Salado
13	Angel Nemecio Castillo	Posesionario comunal	2	El Salado
14	Heriberto Magallán	Posesionario comunal	14	Clementina
15	Félix Franco	Título de propiedad	12	Clementina
16	Julio Alvarado	Posesionario comunal	1/2	El Salado
17	Néstor Orrala	Título de propiedad	22	Ballenita
18	David Zambrano	Título de propiedad	4	Guayaquil
Total estado de tenencia de la tierra			144.5 has	

4.2. ASPECTOS ECONÓMICOS

4.2.1. PRINCIPALES ACTIVIDADES DE INGRESOS ECONÓMICOS

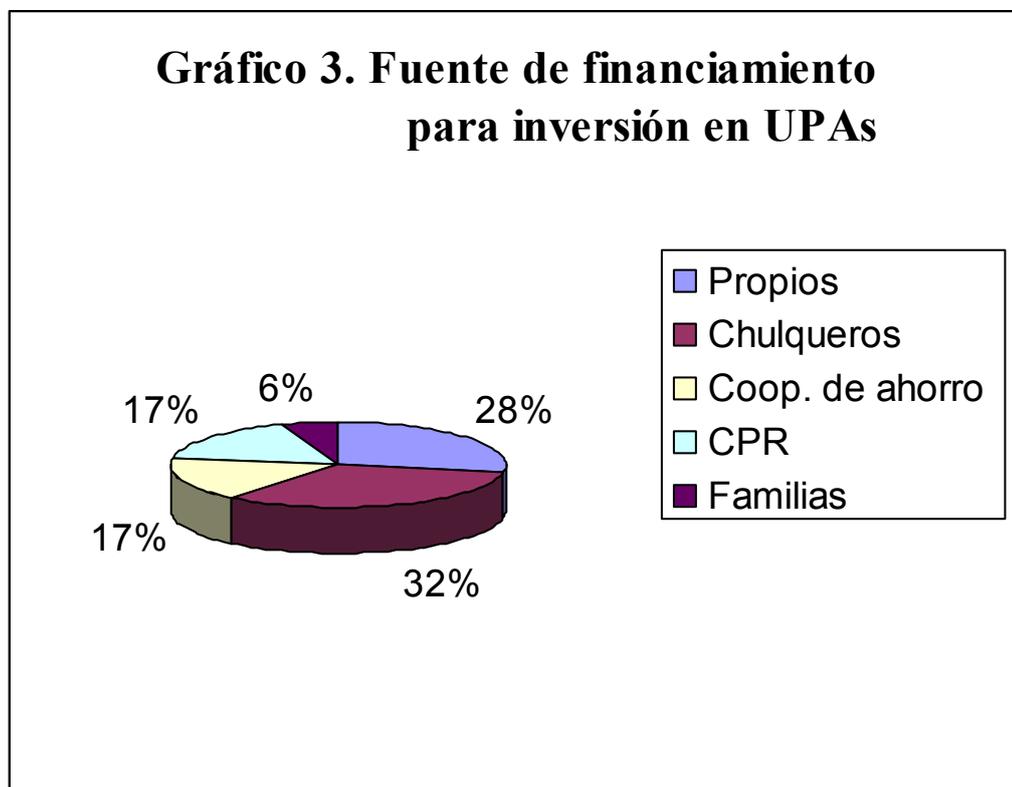
Las actividades productivas de las que obtienen sus ingresos económicos se dividieron en cinco categorías (Cuadro 2), donde la principal actividad es la producción agrícola de cultivos anuales tanto de secano como bajo riego, siendo los principales cultivos la producción de hortalizas y especies perennes como limón sutil. Otra actividad asociada con la agricultura de secano es la venta de mano de obra local y en ciudades de la Península. Como tercera actividad asociada con la agricultura, está la venta de carbón utilizando para su elaboración especies arbóreas y arbustivas del bosque seco. Además realizan trabajos de ebanistería y la explotación de madera del bosque comunal para su comercialización a nivel local y en ciudades.

Cuadro 2. Actividades de las que obtienen sus ingresos económicos.

Actividades principales	Nº. de agricultores	% de ingresos	
		Agricultura	Otros
Agricultura	7	100	0
Agricultura + venta de mano de obra	5	70	30
Agricultura + venta de carbón	3	40	60
Agricultura + ebanistería	2	50	50
Agricultura + venta de madera	1	60	40

4.2.2. FUENTE DE FINANCIAMIENTO PARA INVERSIÓN EN UPAs

El estudio registró que del total de los encuestados, cinco productores trabajan con recursos propios, seis de ellos obtienen capital por parte de chulqueros a un interés del 20% mensual, tres reciben préstamos de la Cooperativa de Ahorro Carlos Hernández con sede en la comuna Manantial de Guangala a un interés del 5% mensual, otros tres reciben préstamos por parte del Centro de Promoción Rural (CPR) con un interés del 8% anual y finalmente uno recibe préstamos por parte de familiares (Gráfico 3), con este capital los agricultores adquieren las semillas e insumos agrícolas para el ciclo del cultivo.



4.2.3. EXTENSIÓN DE LAS UPAs

Los comuneros poseen extensiones que van de 1 a 20 has, ubicadas específicamente en el recinto El Salado. La explotación agrícola de ciclo corto ocupa por finca una extensión de 0.25 a 1ha aproximadamente, tanto en época de invierno como en verano, realizándose dos ciclos de producción por año, la misma que es comercializada a intermediarios de la Península y Guayaquil.

4.3. PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

4.3.1. PRINCIPALES CULTIVOS DE LA ZONA

Los principales cultivos de explotación comercial son hortalizas y frutales perennes (Cuadro 3). Entre las hortalizas de mayor explotación se encuentran el pimiento (*Capsicum annuum*), tomate (*Solanum lycopersicon*), sandía (*Citrullus lanatus*) y pepino (*Cucumis sativus*) cultivados bajo riego, con rendimientos por debajo de los parámetros productivos. Entre los cultivos de secano, aprovechando la época invernal, se encuentran el maíz (*Zea mays*), higuierilla (*Ricinus communis*) y sandía.

El frutal de mayor explotación comercial es el limón sutil (*Citrus aurantifolia*), en asociación con cultivos de ciclo corto, con rendimiento promedio por hectárea de 10 Ton por año, producción que es destinada a los mercados de la Península.

Además existen algunas especies como mango (*Mangifera indica*), naranja (*Citrus sinensis*), guaba (*Inga spectabilis*), tamarindo (*Tamarindus indica*), grosella (*Ribes sp.*), destinado al autoabastecimiento familiar.

Cuadro 3. Parámetros económicos de los principales cultivos de la zona de estudio.

Cultivos	Nº de plantas/ha	Unidades	Producción/ha	Costo producción/ha (USD)	Ingreso bruto/ha (USD)
Pimiento	19300	Sacos	431	1,400.00	1,700.00
Tomate	20000	Cajas	1140	3,000.00	3,420.00
Sandía	5000	Unidades	5000	2,000.00	4,500.00
Pepino	10000	Docenas	4000	800.00	1,600.00
Maíz	50000	Quintales	40	250.00	320.00
Higuerilla	5000	Quintales	100	200.00	800.00
Limón	238	Sacos	240	700.00*	1,440.00

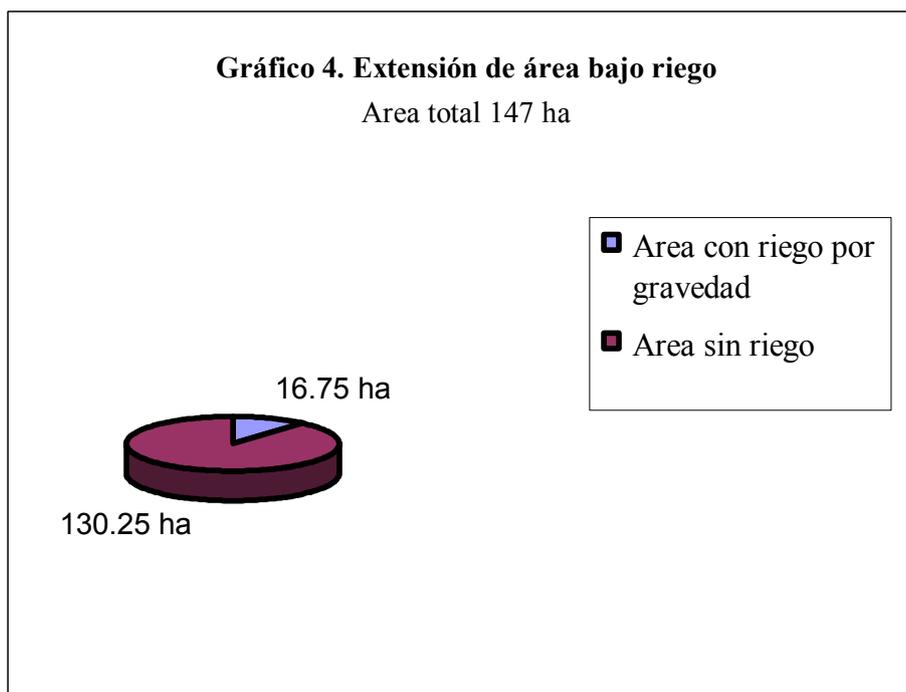
*Costos de mantenimiento

4.3.2. EXTENSIÓN DE ÁREA BAJO RIEGO.

La principal fuente hídrica es a través de pozos someros de aproximadamente 10 m, extrayéndose el agua con bombas adaptadas a gas. Estos pozos se encuentran en cada finca fuera del lecho del río.

Del total de los encuestados, 9 poseen riego por gravedad, adicionalmente uno de éstos posee 1 ha de riego por goteo semitecnificado. El resto de los encuestados

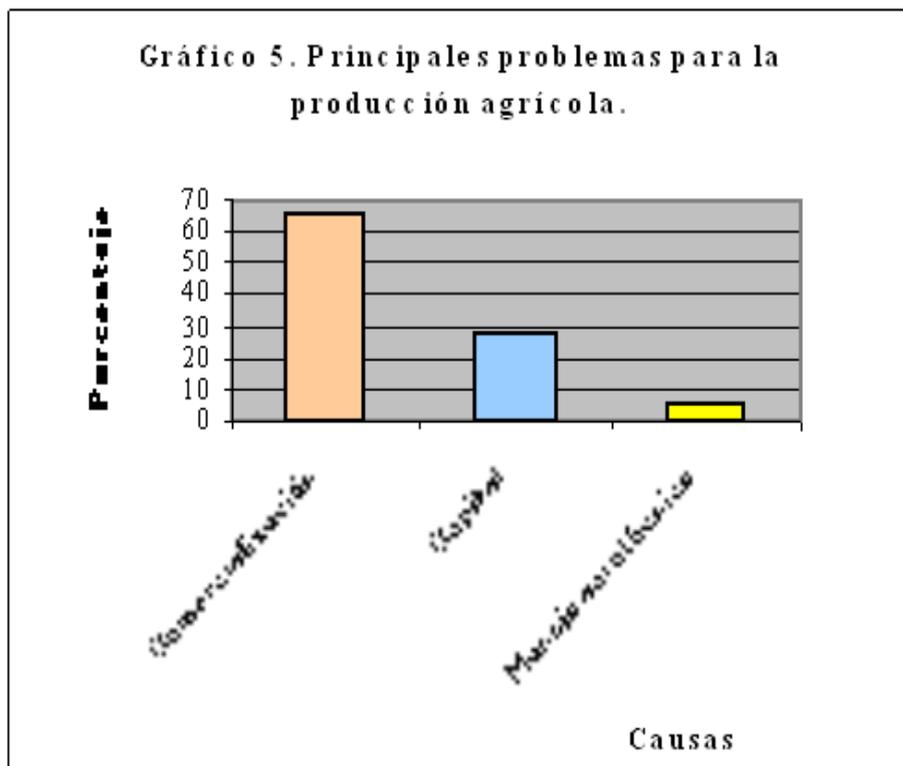
sólo realiza cultivos de secano. En total existe un área promedio bajo riego de 16.75 ha. El siguiente gráfico ilustra la extensión de área bajo riego.



4.3.3. PRINCIPALES PROBLEMAS PARA LA PRODUCCIÓN.

Según el estudio realizado, el 66% de los productores tienen como principal problema, la comercialización, debido a los precios bajos y a la falta de mercados próximos. Además, durante la comercialización los intermediarios monopolizan los precios principalmente al coincidir la producción con otras zonas agrícolas por la falta de planificación de siembra. Un 28% de los agricultores señalaron como mayor problema la adquisición de insumos, los mismos que influyen en la

producción debido a la falta de capital para adquirirlos, un 6% de los productores agregó que el manejo agrotécnico es otro problema (Gráfico 5) debido a la falta de capacitación y asistencia técnica para los procesos de producción.



4.4. SISTEMAS AGROFORESTALES DE LA ZONA

4.4.1. ESPECIES FORESTALES PLANTADAS

Se identificaron 7 especies forestales plantadas en las diferentes fincas visitadas, perteneciente a 5 familias botánicas (Cuadro 4), de las que se tomaron los diferentes datos preestablecidos en este estudio. Se pudo constatar que en la

mayoría de las fincas existen especies exóticas plantadas por los agricultores como Teca, Neem, Caoba debido a su buena adaptación y rápido crecimiento, y especies nativas como Laurel, Cedro, Samán, Seca, todas éstas con edades que comprenden de 2 a 5 años, las cuales han sido asociadas con cultivos de ciclo corto, donde el distanciamiento de plantación para todas las especies maderables encontradas es de 4 x 5 m, con una densidad poblacional de 500 árboles por ha aproximadamente.

Cuadro 4. Especies forestales plantadas en el recinto El Salado

Familia	Nombre común	Nombre científico
Boraginaceae	Laurel	Cordia alliodora
Meliaceae	Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>
Fabaceae	Seca	<i>Geoffroea striata</i>
Meliaceae	Neem	<i>Azadirachta indica</i>
Meliaceae	Cedro	<i>Cedrela odorata</i>
Mimosaceae	Samán	<i>Samanea samán</i>
Verbenaceae	Teca	<i>Tectona grandis</i>

4.4.2. ASOCIACIONES REALIZADAS EN EL SISTEMA AGROFORESTAL

Entre los sistemas agroforestales que mantienen los agricultores en el sector se encuentran asociaciones de especies forestales como: laurel, caoba, cedro, teca con cultivos de ciclo corto como tomate, pimiento, pepino y maíz (Cuadro 5).

Los cultivos asociados con plantaciones forestales se han realizado desde hace cinco años, aprovechando los espacios intermedios existentes entre los árboles plantados en forma de rodales a una distancia de 4 x 5 m entre plantas.

Según la observación de campo, durante los primeros tres años, el número de plantas de ciclo corto cultivadas por parcela no se reduce, es decir, se siembra la misma densidad de plantas como en áreas sin la presencia de árboles, a diferencia del cuarto año en adelante, donde disminuye el número de plantas cultivadas debido al crecimiento de la copa de las especies forestales. El distanciamiento del cultivo al fuste del árbol que efectúan a partir del cuarto y quinto año es de 70 cm aproximadamente.

Cuadro 5. Asociación de cultivos anuales mas especies maderables plantados en rodal de cinco años de edad.

Asociación	Nº de plantas/ ha *	Rendimiento /ha	Costo (USD)	Ingreso bruto (USD)
Arboles + pimienta	12545	280 sacos	900.00	1,100.00
Arboles + tomate	13000	741 cajas	1,950.00	2,223.00
Arboles + pepino	6500	2600 docenas	520.00	1,040.00
Arboles + sandía	3250	3250 unidades	975.00	2,925.00
Árboles + maíz	3250	26 quintales	162.00	208.00

* Número de plantas de ciclo corto

Se encontró además, asociaciones entre limón con pimiento y tomate (Cuadro 6) sembradas a una distancia promedio de 80 cm con relación a la copa del frutal. La producción registrada en asociaciones entre frutales (95 plantas por hectárea) con hortalizas indican un rendimiento reducido por el bajo número de plantas por hectárea .

Cuadro 6. Asociación de cultivos anuales con limón.

Asociación	Nº de planta/ha	Rendimiento/ha	Costo (USD)	Ingreso bruto (UDS)
Pimiento	7560	170 sacas	552.00	663.00
Tomate	7560	430 cajas	1,131.00	1,290.00
Limón	95	96 sacos	280.00	577.00

4.4.3. PRINCIPALES PROBLEMAS FITOSANITARIOS DE LAS ESPECIES FORESTALES Y FRUTALES.

Entre los problemas fitosanitarios de las especies maderables se reportó infestaciones del gusano barrenador del tallo (*Hypsipylla grandella*) e infecciones de gomosis. El primero penetra en el fuste del árbol, convirtiéndose en un grave problema cada vez más acentuado en las especies de caoba y laurel. Las especies de Neem y Samán no presentan problema alguno hasta el momento. En los cultivos de limón se reportaron problemas de gomosis (*Phytophthora parasitica*), virus de la tristeza y fumagina (*Capnodium sp.*)

4.4.4. MEDIDAS DASOMÉTRICAS DE LOS ÁRBOLES EN EL SISTEMA AGROFORESTAL.

4.4.4.1. Altura total del árbol.

La variable altura total del árbol permitió evaluar el desarrollo de las especies forestales en la zona de estudio, ya que es una de las condiciones que los agricultores toman en cuenta para la aceptación o exclusión de una especie dentro de su finca para implementar un sistema agroforestal.

Realizando una comparación con el ensayo efectuado con laurel (*Cordia Alliodora*) en el trópico húmedo de Costa Rica y Panamá, podemos señalar que esta especie plantada en la zona del presente estudio alcanzó a los cinco años de edad una altura de 7.9 m, mientras que en Centroamérica alcanzó una altura de 14.1 m (pág. 33), diferencia significativa que se debe a las mejores condiciones edafoclimáticas de América Central.

Las mediciones realizadas permiten resumir en el siguiente cuadro las alturas alcanzadas en la zona de estudio por las especies forestales de 2 a 5 años de edad.

Cuadro 7. Altura de las especies forestales en el recinto El Salado (m)

Especies	Edad de los árboles (años)			
	2	3	4	5
Caoba	3.22	4.62	5.97	7.40
Cedro	4.46	6.60	8.69	10.80
Samán		4.88		
Laurel	3.09	4.59	6.28	7.90
Neem		4.20	6.40	
Seca				2.87
Teca	3.50			

4.4.4.2. Diámetro a la altura del pecho (DAP)

Los diámetros medidos a la altura del pecho permitieron determinar el volumen de madera por cada especie en la zona de influencia.

Comparando el diámetro a la altura del pecho alcanzado por la especie de laurel de cinco años de edad, plantado en la zona de estudio, con una experiencia reciente efectuada en el trópico húmedo de Costa Rica y Panamá, podemos indicar que la especie forestal plantada en el recinto El Salado alcanzó un DAP de 12 cm y la segunda 19.5 cm, diferencia que se debe a las mejores condiciones edafoclimáticas en Centroamérica.

El siguiente cuadro muestra los diámetros de las especies forestales con edades comprendidas entre 2 y 5 años.

Cuadro 8. DAP de las especies forestales evaluadas en el recinto

El Salado (cm).

Especies	Edad de los árboles (años)			
	2	3	4	5
Caoba	4.42	6.12	7.86	9.67
Cedro	6.54	9.68	12.86	16.00
Samán		7.80		
Laurel	4.86	7.16	9.36	12.00
Neem		6.13	8.60	
Seca				4.90
Teca	3.6			

4.4.4.3. Diámetro y área de copa

El diámetro y área de copa permiten determinar la superficie que ocupa cada árbol dentro de la finca. En estos sistemas agroforestales evaluados, los árboles han sido sometidos a un sistema de poda frecuente por parte de los agricultores, actividad que les ha ayudado a reducir los efectos de la sombra ocasionados a los cultivos asociados.

De la experiencia realizada en Costa Rica y Panamá, podemos señalar que el diámetro de copa alcanzado por la especie de laurel fue de 6.2 m a los cinco años de edad, comparado con la misma especie plantada en el recinto El Salado que alcanzó un diámetro de copa de 2.85 m a la misma edad.

El siguiente cuadro muestra los diámetros de copa de las especies forestales.

Cuadro 9. Diámetros de copa en diferentes edades en el recinto

El Salado (m)

Especies	Edad de los árboles (años)			
	2	3	4	5
Caoba	0.85	1.1	1.4	1.77
Cedro	1.65	2.15	2.4	3.3
Samán		2.8		
Laurel	1.59	1.96	2.51	2.85
Neem		2.1	2.5	
Seca				1.96
Teca	1.06			

Con el diámetro de copa se logró determinar el área total promedio que ocupan los árboles dentro de la parcela, definiéndose el área disponible para realizar la asociación con los cultivos anuales.

A continuación se presenta un cuadro donde se indica el área ocupada por cada una de las especies.

Cuadro 10. Área de copa promedio que ocupa cada árbol dentro de la parcela a una determinada edad (m²).

Especies	Edad de los árboles(años)			
	2	3	4	5
Caoba	0.56	0.95	1.53	2.46
Cedro	2.13	3.63	4.52	8.55
Samán		6.16		
Laurel	1.98	3.01	4.94	6.38
Neem		3.46	4.91	
Seca				3.02
Teca	0.88			

4.4.5. PREFERENCIAS DE ESPECIES FORESTALES POR LOS AGRICULTORES DE LA ZONA.

De las 7 especies plantadas en la zona se determinó 3 que son las de mayor aceptación por los agricultores por sus características de crecimiento, desarrollo, adaptación, tolerancia a plagas y enfermedades. Las especies forestales más aceptadas son:

1. Laurel: por la arquitectura de su fuste (tronco recto) y crecimiento rápido.
2. Caoba: por su crecimiento rápido y valor comercial de su madera.
3. Neem: por su adaptación a condiciones adversas (resiste sequía).

Mediante los sistemas de plantación existentes y otros propuestos a los agricultores de la zona durante el estudio, se determinó que al 49% de los encuestados les agradaría plantar en forma de rodal, al 36% en forma de linderos, y al 15% en hileras de árboles delimitando cultivos.

En lo referente al área tentativa a plantar en cada unidad productiva, se determinó lo siguiente: al 49% de los encuestados les agradaría plantar una hectárea; al 27% les gustaría plantar dos hectáreas; a un 6%, media hectárea; a otro 6% tres hectáreas y al porcentaje restante (12%), más de 3 hectáreas.

4.4.6. DASOMETRÍA DE LAS ESPECIES FORESTALES ACEPTADAS A UNA EDAD DE 20 AÑOS.

Con la finalidad de proyectar el volumen de madera comercial a los 20 años de edad, en los tres sistemas agrosilvoculturales a diseñar para el recinto El Salado, se evaluó una plantación de 20 años ubicada en la comuna Loma Alta.

Realizadas las mediciones correspondientes se obtuvo los datos dasométricos de las tres especies forestales más aceptadas por los agricultores, las mismas que se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro 11. Datos dasométricos de las especies forestales a la edad de 20 años.

Especies	Diámetro de fuste (cm)	Altura (m)	Diámetro de copa (m)	Area de copa (m²)
Caoba	34.73	16	11.8	109.35
Laurel	32.1	15	12.73	127.27
Neem *	29.75	11.6	11.2	98.52

*Neem de 12 años. Es una especie introducida, por lo tanto no se encontraron árboles de mayor edad.

Estos datos permitieron calcular el volumen comercial de madera en pie para cada uno de los sistemas a diseñar, resultados que se presentan en los cuadros 1 A, 5 A y 9 A, en base a las fórmulas presentadas en las páginas 44 y 45.

5.DISEÑO DE SISTEMAS AGROSILVOCULTURALES PARA EL USO ADECUADO DE LOS RECURSOS NATURALES, EN EL RECINTO EL SALADO

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente estudio, los diseños de sistemas agrosilvoculturales aceptados por los agricultores del recinto El Salado son los siguientes:

5.1. SISTEMA DE PLANTACIÓN DE ESPECIES FORESTALES EN RODALES

El sistema de plantación en rodales permite seguir cultivando especies hortícolas (pimiento, tomate, sandía, pepino) durante los primeros 5 años en el mismo terreno, ya que los cultivos ocupan los espacios intermedios entre los árboles, donde al mismo tiempo que se da mantenimiento y riego al cultivo se da también a las especies forestales y, a partir de 20 años en adelante, el agricultor podrá obtener una producción maderable.

5.1.1. POSIBLES VENTAJAS DEL SISTEMA DE PLANTACIÓN EN RODAL.

Para el sistema de plantación en rodal se proyectan las siguientes ventajas:

- ❑ Producción asociada con cultivos de ciclo corto sin disminución de la producción durante los primeros tres años.
- ❑ Disminución de los costos de producción.
- ❑ Producción de madera de mediana calidad con posibilidad de venta a los 15 o 20 años.
- ❑ Producción de leña y postes mediante labores de podas y raleos.
- ❑ Mejoramiento de las condiciones microclimáticas de la finca.
- ❑ Mejoramiento de las condiciones físicas del suelo.
- ❑ Incremento del nivel freático.
- ❑ Contribuye al incremento de la biodiversidad.

5.1.2. POSIBLES DESVENTAJAS DE LA PLANTACIÓN EN RODAL

- ❑ Menor producción de volumen de madera por árbol debido a la competencia entre éstos.
- ❑ Sólo se puede asociar con cultivos de ciclo corto y semiperennes hasta el quinto año de desarrollo de los árboles.
- ❑ Posibilidad de hospedar plagas potenciales de los cultivos.
- ❑ Posibles efectos alelopáticos sobre los cultivos.
- ❑ Daño mecánicos en el fuste de los árboles al asociarlos con cultivos rastreros (pepino) que necesitan cordeles de alambre.
- ❑ Disminución de la calidad de la madera por prácticas inadecuadas de podas.

5.1.3. ESPECIES SELECCIONADAS PARA EL DISEÑO.

Según los resultados obtenidos las especies seleccionadas para el diseño agroforestal son: caoba, laurel y neem, tanto por sus características morfológicas como de crecimiento.

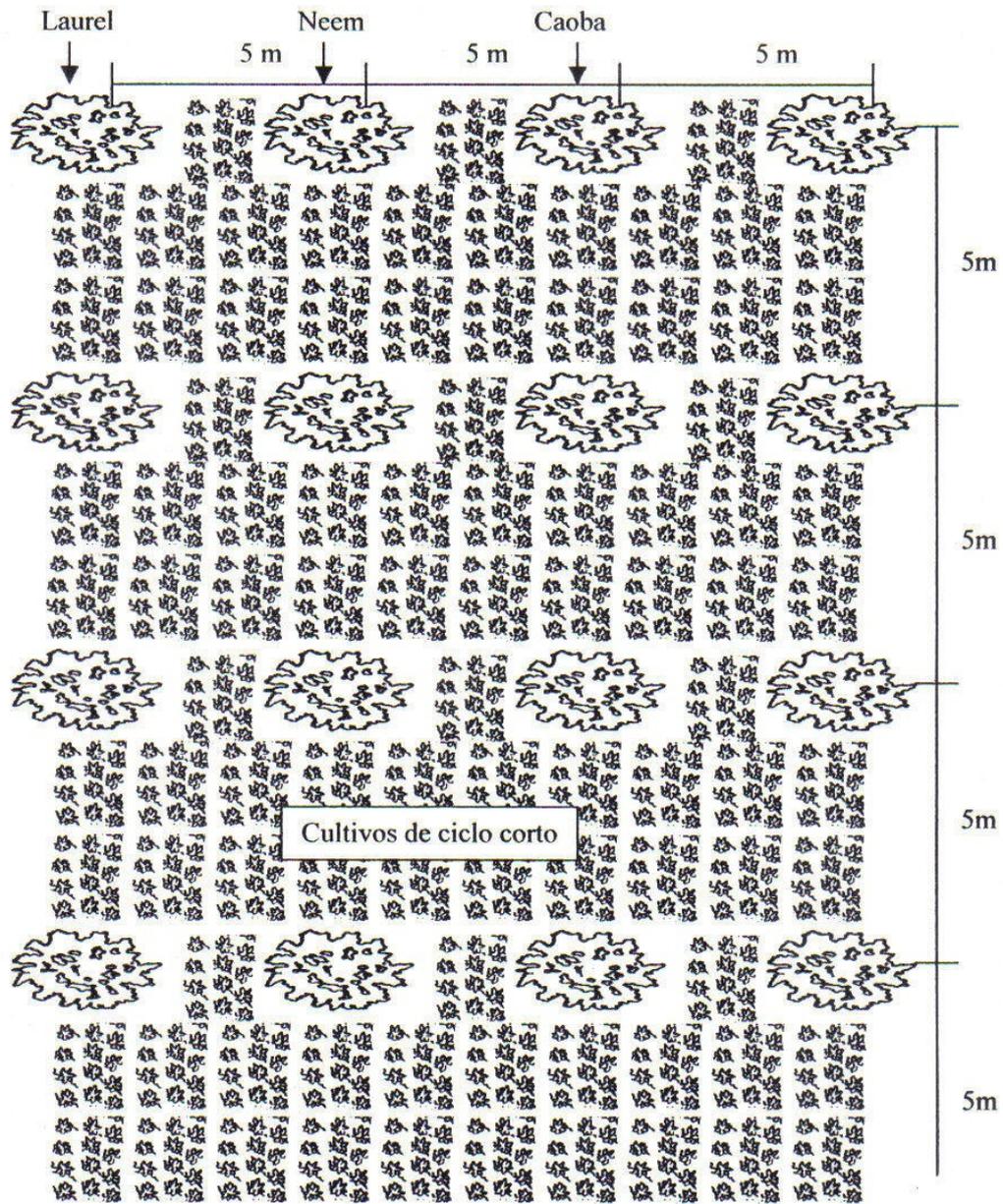
El 40% de la plantación en rodal estará conformada por la especie de laurel, 35% de neem y 25% de caoba. Esta última especie es de mayor valor comercial, pero debido al ataque agresivo de una plaga (*Hypsipylla grandella*) en la zona de estudio se determinó plantarla en bajo porcentaje y diversificado con otras especies en el mismo rodal.

5.1.4. DISEÑO DEL SISTEMA DE PLANTACIÓN EN RODAL

Mediante este sistema la densidad de plantación de las especies forestales propuesta es de 400 plantas por hectárea (100 plantas de caoba, 160 de laurel y 140 de neem) a un distanciamiento de 5 x 5 m entre plantas.

Al momento de la plantación se realizará una combinación de las 3 especies seleccionadas, esto ayuda en parte a evitar la presencia de plagas en las especies forestales (caoba). La siguiente figura ilustra el diseño de plantación en rodal.

Figura 1. Diseño del sistema de plantación en rodal asociado con cultivos de ciclo corto hasta el quinto año de desarrollo



Distanciamiento entre árboles: 5 x 5 m plantados a marco real

En el presente sistema agroforestal, del primero hasta el tercer año los cultivos asociados ocuparán el área total de la plantación. En el cuarto año los cultivos ocuparán el 83.7% y los árboles el 16.3% de la superficie total plantada. Al quinto año los cultivos ocuparán el 78.4% y los árboles el 21.6% del área plantada. A partir del sexto año la sombra que proyectan los árboles al suelo incide en la producción de los cultivos anuales ya que son cultivos heliófitos (cultivos que necesitan de muchas horas luz para su desarrollo y producción) y por la menor disponibilidad de terreno para el cultivo.

El siguiente cuadro muestra el área ocupada por los árboles seleccionados y el área disponible para cultivos.

Cuadro 12. Área que ocupan las especies forestales por hectárea a partir del cuarto y quinto año de desarrollo del rodal.

Especies	Porcentaje de plantación	Área sombreada (m ²)	
		4 año	5 año
Caoba	25 %	153	246
Laurel	40 %	790	1021
Neem	35 %	687	890
Área total sombreada/ha		1630	2157
Área para cultivo asociado (m ²)		8370	7843

Este tipo de sistema agroforestal, está al alcance de los agricultores que disponen de al menos de 3 ha de terreno, caso contrario al sexto año no les quedará espacio disponible para seguir cultivando ciclo corto.

5.1.5. ESTABLECIMIENTO DE LA PLANTACIÓN EN RODAL

Para el establecimiento del sistema, es conveniente realizar la limpieza del terreno, efectuar la marcación de los lugares donde se plantarán los arbolitos utilizando estacas, de acuerdo al espaciamiento recomendado (5 x 5 m) y posteriormente realizar los hoyos de 25 x 25 x 25 cm. Es recomendable plantar los árboles al inicio de la temporada de lluvias.

5.1.6. MANEJO DEL RODAL

El replante de los árboles que murieron durante el período de prendimiento, se lo realizará hasta los 10 meses de establecido el rodal, ya que es difícil que se desarrollen en años posteriores debido a la competencia de los árboles vecinos.

El control de malezas desde el inicio de la plantación hasta el quinto año se efectuará en conjunto con los cultivos asociados, posteriormente, se deberá realizar 1 o 2 chapeas manuales al año.

Las podas de las ramas se debe realizar a partir del segundo año o cuando la

planta lo necesite, es indispensable realizar esta actividad ya que permite disminuir la competencia por luz con los cultivos asociados, del manejo de la plantación mediante podas depende la forma de los árboles y que se obtenga una buena calidad y producción de madera por árbol, lo que implica un mayor valor para la comercialización.

Los raleos de la plantación se deben realizar a los 8 y 15 años de edad de la plantación donde en cada intervención se sacará un 25% de los árboles que no presenten condiciones adecuadas para la producción de madera y evitar la competencia por luz entre árboles. A partir de 15 años la plantación tendrá un 50% de árboles que fueron plantados (200 árboles por hectárea para la cosecha).

La cosecha de la plantación se realizará a partir de los 20 años cuando los árboles que han quedado dentro de la plantación presenten el diámetro mínimo de corta normado por el Ministerio del Ambiente (caoba 50 cm y laurel 40 cm.), el neem no se a normado ya que no existen plantaciones en el Ecuador de más de 15 años de edad. Es decir que al momento de su cosecha se tendría 50 árboles de caoba, 80 árboles de laurel y 70 árboles neem aproximadamente.

Cuadro 13. Costos de formación y manejo de una plantación en rodal de 400 plantas/ha hasta los 20 años de edad.

Concepto	Unidades	Cantidad	C. U. (USD)	C. T. (USD)
Formación				
Limpieza inicial	Jornal	14	5.00	70.00
Trazado	Jornal	2	5.00	20.00
Hoyado (plantación y replante)	Jornal	5	5.00	25.00
Plantas ¹	Plantas	500	0.25	125.00
Plantación y replante	Jornal	4	5.00	20.00
Total costos de formación				260.00
Manejo (Año 1 – 5) ²				
Manejo (Año 6 - 20)				
Control de malezas	Jornal	120	5.00	600.00
Poda de formación ³	Jornal	20	5.00	100.00
Raleo ⁴	Jornal	16	5.00	80.00
Total costos de manejo				780.00
Total costos/ha				1,040.00

¹ Se considera un 25 % de plantas adicionales para el replante. La plantación se hará en forma conjunta con los cultivos.

² Del 1ro al 5to año no se considera mantenimiento de plantación porque se realiza en forma conjunta con el cultivo.

³ Poda a los 3, 5, 7, 10, 13 y 15 años de la plantación

⁴ Se considera raleo a los 10 y 15 años sacando un 25 % de árboles en cada raleo.

5.2. SISTEMA DE PLANTACIÓN DE LINDEROS MADERABLES.

Este sistema de plantación agroforestal permite cultivar por un tiempo indeterminado cultivos de ciclo corto con especies maderables sin reducir el área de cultivo, ya que el efecto de sombra es mínimo y se presenta a partir del sexto año de la plantación lo que no influye en la productividad de los cultivos. Además el sistema permite delimitar sus fincas, evitando posibles conflictos de tierra en el futuro.

5.2.1. POSIBLES VENTAJAS DE LOS LINDEROS MADERABLES

- ❑ Delimitación de cada finca.
- ❑ Producción de madera y leña.
- ❑ Reduce el crecimiento de malezas.
- ❑ Menor incidencia de plagas y enfermedades a los cultivos.
- ❑ Elaboración de repelentes a base de extractos de neem.
- ❑ Se obtiene una mayor producción de volumen de madera por árbol.
- ❑ Mejora las condiciones microclimáticas de la finca.
- ❑ Incremento de materia orgánica por caída de las hojas.
- ❑ Producción indefinida de hortalizas.
- ❑ Reducción de los costos de producción.

5.2.2. POSIBLES DESVENTAJAS DE LOS LINDEROS MADERABLES

- ❑ Competencia por nutrientes y agua entre árboles y cultivos.
- ❑ Posibilidad de alelopatía con los cultivos.
- ❑ Incidencia de sombra para el desarrollo de los cultivos.
- ❑ Reducción del área para los principales cultivos de la zona.

5.2.3. ESPECIES SELECCIONADAS PARA EL DISEÑO.

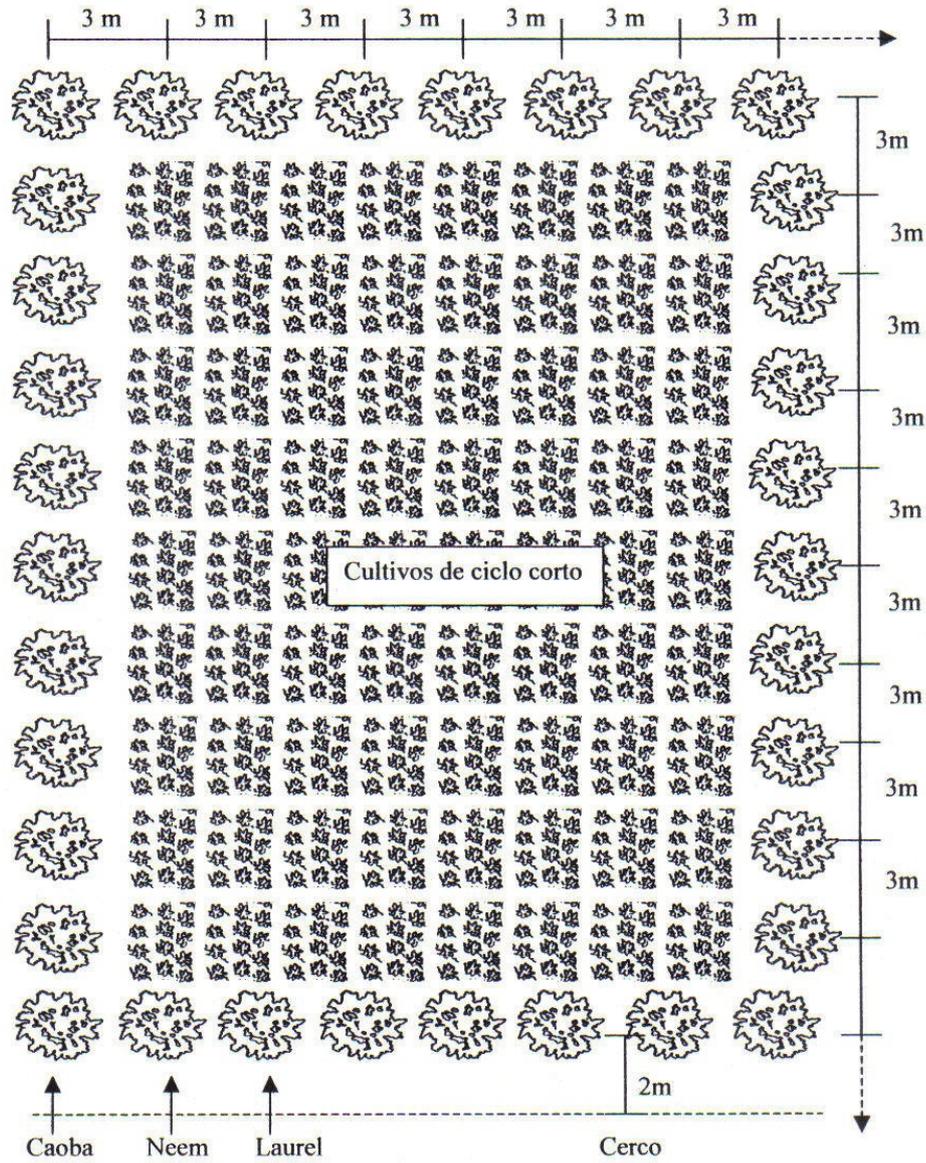
Las especies forestales seleccionadas para este diseño agroforestal son: caoba, laurel y neem, tanto por ser las especies de mayor aceptación por los agricultores como por sus características de forma y crecimiento.

Para la plantación se considera que un 25% del lindero estará integrado por caoba (a pesar de ser una especie de alto valor comercial, su porcentaje es bajo que el resto de las especies por el ataque de *Hypsipylla grandella* en la zona de estudio), el 35% del lindero estará compuesto por neem, que ayuda de alguna forma a disminuir la presencia de plagas en los cultivos por sus cualidades repelentes, y el 40% restante estará compuesto de laurel por ser una especie autóctona y de rápido crecimiento.

5.2.4. DISEÑO DEL LINDERO MADERABLE

La plantación del lindero maderable se realizará utilizando las 3 especies seleccionadas por los agricultores de la zona, plantándolas alternadamente para disminuir plagas que puedan afectar tanto a los cultivos como a los árboles. Bajo este sistema se utilizarán 133 árboles por hectárea a una distancia de 3 m entre plantas, con la siguiente cantidad de especies: 33 plantas de caoba, 47 de neem y 53 de laurel. La siguiente figura ilustra el diseño de plantación del lindero maderable.

Figura 2. Diseño del sistema de plantación en linderos maderables asociados con cultivos anuales.



Distancia entre árboles: 3 m
 Distancia con relación al cerco: 2m

La plantación de este sistema agroforestal, a los 20 años de edad, ocupará una superficie 3720 m² (Cuadro 14), en la superficie restante (6280 m²) podrá el agricultor cultivar plantas de ciclo corto por un tiempo indefinido.

Cuadro 14. Área ocupada por las especies forestales por hectárea en linderos y el área disponible para cultivos.

Especies	N° de árboles a los 20 años	Área sombreada (m ²)
		20 años
Caoba	17	930
Neem	23	1135
Laurel	26	1655
Área total sombreada /ha		3720
Área para cultivo asociado (m ²)		6280

5.2.5. ESTABLECIMIENTO DEL LINDERO

Para el establecimiento del lindero es necesario realizar la limpieza alrededor de la cerca que permita realizar la plantación, luego se efectúa la marcación y hoyado a una distancia de 3 m entre árboles y a 2 m de la cerca, donde se plantarán los árboles.

5.2.6. MANEJO DEL LINDERO

Las principales actividades de manejo para lograr un buen desarrollo del lindero maderable son:

Rodajas o rondas las mismas que consiste en dejar libre de malezas un diámetro de 1m alrededor de cada árbol, durante el primer año de establecido el lindero.

Las limpiezas se realizarán dos veces por año, las mismas que tiene como objetivo favorecer el crecimiento inicial de los árboles.

Las podas se efectuarán cada dos años con el fin de mejorar la calidad de la madera que producirá el árbol. En linderos, las podas son más frecuentes que en rodal, ya que el árbol por tener mayor espacio para su desarrollo tiende a producir un mayor número de ramas. Con la poda se reduce también el efecto de sombra sobre los cultivos asociados.

Los raleos se realizarán considerando que cada especie arbórea necesita un espacio mínimo para su desarrollo, el cual aumenta conforme la edad del árbol. En el presente caso se debe ralear hasta el 50% de cada especie, cuando las copas de algunos árboles afecten el desarrollo de los otros. Se recomienda ralear al décimo año un 25%, y al décimo quinto año otro 25%.

**Cuadro 15. Costos de formación y manejo de una plantación en el
perímetro o lindero de la finca de 133 árboles/ha hasta
los 20 años de edad.**

Concepto	Unidades	Cantidad	C. U. (USD)	C. T. (USD)
Formación				
Limpieza	Jornal	4	5.00	20.00
Trazado	Jornal	2	5.00	10.00
Hoyado (plantación y replante)	Jornal	2	5.00	10.00
Plantas ¹	Planta	160	0.25	40.00
Plantación mas replante	jornal	2	5.00	10.00
Total costos de formación				90.00
Mantenimiento (Año 1 - 20)				
Control de malezas	Jornal	100	5.00	500.00
Poda de formación ²	Jornal	18	5.00	90.00
Raleos ³	Jornal	8	5.00	40.00
Total costos de mantenimiento				630.00
Total costos/ha				720.00

¹ Incluye un 20% de plantas para replante.

² Poda a realizarse en los años 3, 5, 7, 9, 11, 13 y 15.

³ Raleos a realizarse en los años 10 y 15.

5.3. SISTEMA DE PLANTACIÓN DE HILERAS MADERABLES COMO LÍMITES ENTRE CULTIVOS

Este sistema agroforestal permite cultivar árboles y cultivos en el mismo terreno y delimitar sus lotes de cultivos de ciclo corto, con el posterior aprovechamiento de leña, madera o frutos, así como también minimizar los efectos que el viento ejerce sobre los mismos.

5.3.1. POSIBLES VENTAJAS DE LAS HILERAS MADERABLES ENTRE CULTIVOS

- ❑ Permite lotizar parcelas de cultivos dentro de la finca.
- ❑ Incrementa la fertilidad del suelo.
- ❑ Producción asociada con cultivos mas frutales y/o maderables.
- ❑ Disminución del impacto del viento en los cultivos.
- ❑ Generación de productos como leña, postes, madera, etc. para autoconsumo y venta.
- ❑ Apto para productores con poca disponibilidad de terreno.

5.3.2. POSIBLES DESVENTAJAS DE LAS HILERAS MADERABLES ENTRE CULTIVOS

- ❑ Disminución de la producción en la proximidad de los árboles por efectos de la sombra.
- ❑ Riesgo al ataque de plagas por la presencia de éstos en los árboles.
- ❑ Posible incremento de la velocidad del viento a medida que crecen los árboles maderables.

5.3.3. ESPECIES SELECCIONADAS PARA EL DISEÑO.

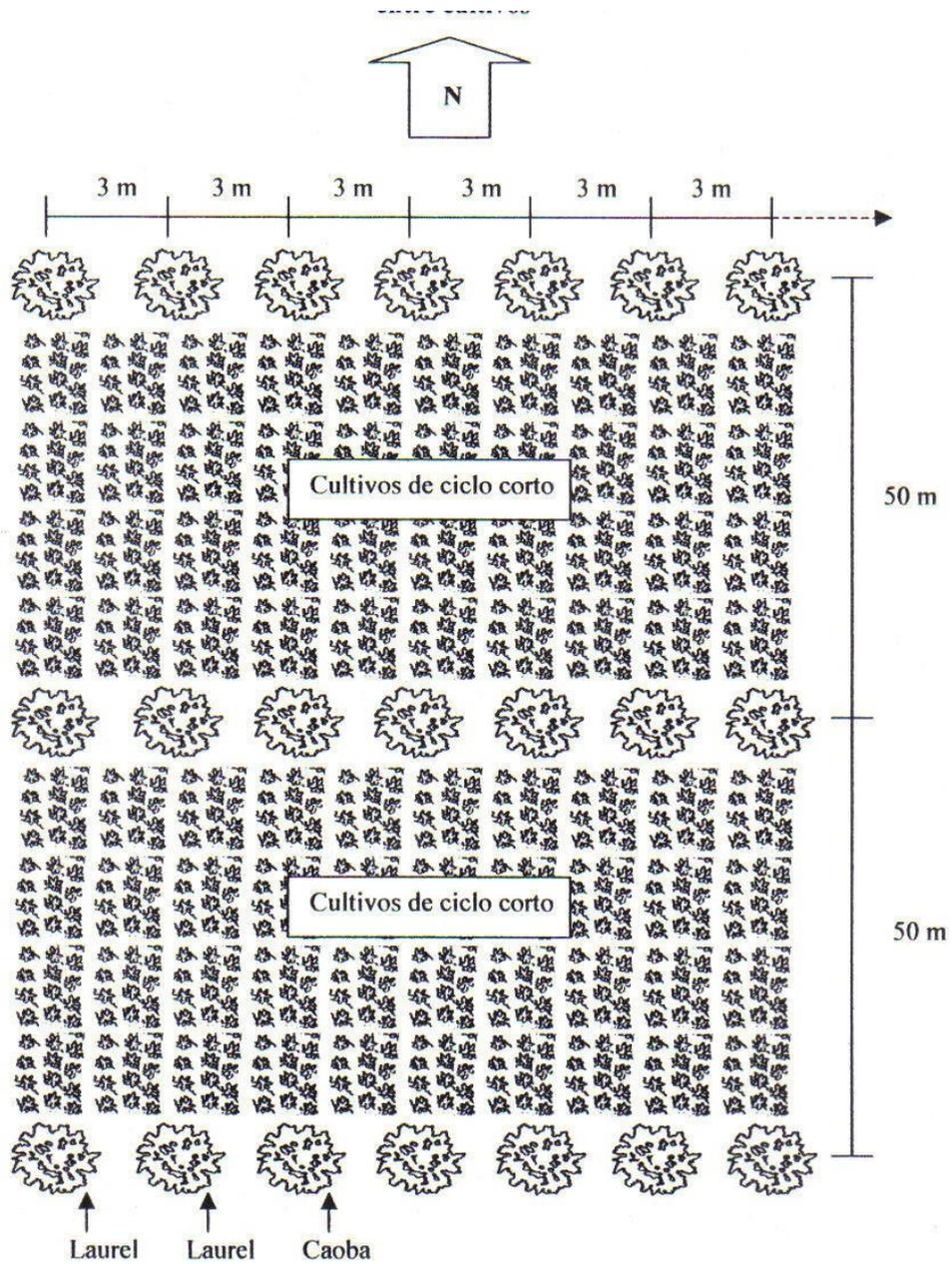
Las especies forestales seleccionadas para este diseño agroforestal son: caoba, y laurel, ya que la propuesta del agricultor es tener madera para aserrado y leña de estas especies que han tenido un buen desarrollo hasta el momento en la zona de estudio. En este diseño no se prevé utilizar la especie de neem por lo que tiene una copa ancha y su madera es aún de valor comercial bajo.

El porcentaje de participación de caoba será del 30%, considerando que es susceptible al ataque de *Hypsipylla grandella*. El 70% restante se plantará de laurel, cuya madera es de mediano valor comercial.

5.3.4. DISEÑO DEL SISTEMA DE HILERAS ENTRE CULTIVOS

La densidad de plantación de este sistema agroforestal es de 100 árboles por hectárea a una distancia de 3 m entre plantas, para lo cual se utilizarán solamente especies maderables en una cantidad de 30 árboles de caoba y 70 árboles de laurel formando hileras cada 50 m dentro de los cultivos, orientando las hileras de este a oeste, con la finalidad de evitar la sombra que proyectan los árboles a los cultivos. La siguiente figura ilustra el diseño de plantación de este sistema.

Figura 3. Diseño del sistema de plantación en hileras maderables como límites entre cultivos



Distancia entre árboles: 3 m
 Distancia entre hileras de árboles: 50 m

La superficie ocupada a los 20 años de edad por las hileras de árboles como límite entre cultivos sería de 3040 m², quedando un área disponible para cultivos de 6960 m², donde se podrá seguir cultivando de forma permanente.

En este sistema el agricultor puede mantener árboles y cultivos en el mismo terreno por el tiempo que se prevea la cosecha de la producción forestal, ya que los árboles solamente ocuparán un área de 3040 m² (Cuadro 16) dentro de la hectárea de cultivo a los 20 años de edad.

Cuadro 16. Área ocupada por las especies forestales por hectárea en hileras como límites entre cultivos a los 20 años de edad.

Especies	N° de árboles a los 20 años	Area sombreada (m ²)
		20 años
Caoba	15	820
Laurel	35	2220
Área total sombreada/ha		3040
Área para cultivo asociado (m ²)		6960

5.3.5. ESTABLECIMIENTO DE LAS HILERAS MADERABLES

La limpieza y preparación del terreno debe realizarse, eliminando las malezas que puedan competir con los árboles. Luego se realiza el estaquillado a un distanciamiento de 3 m entre plantas, con el posterior hoyado y siembra, a inicios

de la época invernal, para asegurar el prendimiento de las árboles y reducir los índices de mortalidad.

5.3.6. MANEJO DE LAS HILERAS MADERABLES

Durante el manejo de las hileras maderables es importante mantener limpio un círculo de 1 m de diámetro alrededor de cada árbol durante el primer año, labor que se complementa con chapeas manuales. Además se debe realizar el replante uno o dos meses después de la plantación de los árboles que murieron durante la etapa de prendimiento.

Es indispensable realizar podas continuas de la plantación cada 2 años para evitar la competencia de luz con los cultivos, así como también un raleo de aquellas árboles que no presenten buenas características para la producción de madera, dejando hasta fin del turno de la plantación un 50% de árboles plantados inicialmente, con la finalidad de aumentar la distancia entre árboles, para lograr un volumen adecuado de madera.

Cuadro 17. Costos de formación y manejo de una plantación forestal en hileras entre cultivos de 100 árboles/ha hasta 20 años de edad.

Concepto	Unidades	Cantidad	C. U. (USD)	C. T. (USD)
Formación				
Limpieza	Jornal	2	5.00	10.00
Trazado	Jornal	2	5.00	10.00
Hoyado (plantación y replante)	Jornal	2	5.00	10.00
Plantas ¹	Planta	120	0.25	30.00
Plantación mas replante	jornal	2	5.00	10.00
Total costos de formación				70.00
Manejo (Año 1 – 20)				
Control de malezas	Jornal	80	5.00	400.00
Poda de formación ²	Jornal	16	5.00	80.00
Raleos ³	Jornal	8	5.00	40.00
Total costos de manejo				520.00
Total costos/ha				590.00

¹ Incluye un 20% de plantas para replante.

² Poda a realizarse en los años 3, 5, 7, 9, 11, 13 y 15.

³ Raleos a realizarse en los años 10 y 15.

5.4. ANÁLISIS ECONÓMICO DEL SISTEMA DE

PLANTACIÓN EN RODAL

Como el valor de la inversión es de 15,774.30 USD (Cuadro 13 A), el valor neto actualizado (VAN) es de 12,897.16 USD, positivo, considerándose un proyecto aceptable a la tasa de interés de oportunidad vigente en el mercado. Dicho de otra manera, convendrá aceptar el proyecto porque el valor presente de los flujos netos de ingresos superan al valor de la inversión.

El cuadro 18 detalla el flujo de caja del sistema agroforestal en rodal, el mismo que indica los ingresos correspondientes por las ventas de la finca, los egresos por concepto de los costos directos y el servicio de la deuda, y el superávit/déficit obtenidos a lo largo de la vida útil de este sistema.

El cuadro 19 muestra la evaluación financiera del sistema de plantación en rodal, en el cual no se encontró una tasa negativa para el cálculo de la TIR (Tasa Interna de Retorno) durante el proceso de interpolación, esto permite presumir que está arriba del 100%, lo que indica la conveniencia del proyecto.

Cuadro 18. Flujo de caja del sistema agroforestal en rodal (USD).

CONCEPTO	AÑOS																					
	AD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1. Ingresos																						
Ventas de la finca ¹	6,224	6,143	5,865	5,537	5,209	4,881					80*					100*					6,582	
Crédito a mediano plazo		260																				
Total ingresos	6,224	6,403	5,865	5,537	5,209	4,881					80					100						6,582
2. Egresos																						
Inversiones ²		260																				
Costos directos ³	3,400	3,356	3,204	3,035	2,846	2,682	60	75	60	60	120	60	60	80	60	120						
Servicio de la deuda capital + intereses ⁴		83.20	76.96	70.72	64.48	58.24																
Total egresos	3,400	3,699.20	3,280.96	3,105.72	2,910.48	2,740.24	60	75	60	60	120	60	60	80	60	120						
3. Superávit/déficit	2,824	2,703.80	2,584.04	2,431.28	2,298.52	2,140.76	-60	-75	-60	-60	-40	-60	-60	-80	-60	-20						6,582

¹ Detallado en cuadro 3 A.

² Detallado en cuadro 13, página 76.

³ Detallado en cuadro 2 A.

⁴ Detallado en cuadro 4 A.

* Ingreso por concepto de la producción forestal (postes).

Cuadro 19. Evaluación financiera del sistema de plantación en rodal (USD).

CONCEPTO	AÑOS																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
I. Ingresos																				
Ventas de la finca	6,143	5,865	5,537	5,209	4,881					80					100					6,582
Total ingresos	6,143	5,865	5,537	5,209	4,881					80					100					6,582
II. Egresos																				
Inversiones	260																			
Costos directos	3,356	3,204	3,035	2,846	2,682	60	75	60	60	120	60	60	80	60	120					
Servicio de la deuda gastos financieros	31.20	24.96	18.72	12.48	6.24															
Otros gastos financieros	469.84	448.56	424.9	398.44	375.48															
Total egresos	4,117.04	3,677.52	3,478.62	3,256.92	3,063.72	60	75	60	60	120	60	60	80	60	120					
III. Balance	2,025.96	2,187.48	2,058.38	1,952.08	1,817.28	-60	-75	-60	-60	-40	-60	-60	-80	-60	-20					6,582
IV. Ingreso incremental	2,025.96	2,187.48	2,058.38	1,952.08	1,817.28	-60	-75	-60	-60	-40	-60	-60	-80	-60	-20					6,582

5.5. ANÁLISIS ECONÓMICO DEL SISTEMA DE PLANTACIÓN DE LINDEROS MADERABLES

En este sistema el valor neto actualizado (VAN) alcanzó un flujo positivo de 23,495.73 USD, de un valor de inversión actualizado de 28,743.12 USD (Cuadro 14 A), considerándose un proyecto viable a la tasa de interés de oportunidad vigente en el mercado, es decir, convendrá aceptar el proyecto porque el valor presente de los flujos netos de ingresos superan el valor de la inversión.

El cuadro 20 muestra el flujo de caja del sistema agroforestal en linderos maderables, el mismo que señala los ingresos concernientes por las ventas de la finca, los egresos referentes a los costos directos y el servicio de la deuda, así como también el superávit/déficit obtenidos a lo largo del horizonte o vida útil de este sistema.

El cuadro 21 señala la evaluación financiera de este sistema de plantación, en el cual no se encontró una tasa negativa para el cálculo de la TIR (Tasa Interna de Retorno) durante el proceso de interpolación, esto permite presumir que este indicador económico es superior al 100%, lo cual indica la conveniencia del proyecto.

Cuadro 20. Flujo de caja. Sistema agroforestal en linderos maderables (USD).

CONCEPTO	AÑOS																				
	AD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1. Ingresos																					
Ventas de la finca ¹	6,224	6,108	5,992	5,877	5,761	5,645	5,529	5,414	5,298	5,182	5,092	4,951	4,835	4,719	4,603	4,521	4,372	4,256	4,140	4,024	6,102
Crédito a mediano plazo		90																			
Total ingresos	6,224	6,198	5,992	5,877	5,761	5,645	5,529	5,414	5,298	5,182	5,092	4,951	4,835	4,719	4,603	4,521	4,372	4,256	4,140	4,024	6,102
2. Egresos																					
Inversiones ²		90																			
Costos directos ³	3,400	3,362	3,299	3,240	3,172	3,119	3,046	2,997	2,919	2,871	2,813	2,744	2,666	2,618	2,540	2,511	2,413	2,350	2,287	2,223	2,160
Servicio de la deuda capital + intereses ⁴		28.80	26.64	24.48	22.32	20.16															
Total egresos	3,400	3,480.80	3,325.64	3,264.48	3,194.32	3,139.16	3,046	2,997	2,919	2,871	2,813	2,744	2,666	2,618	2,540	2,511	2,413	2,350	2,287	2,223	2,160
3. Superávit/déficit	2,824	2,717.20	2,666.36	2,612.52	2,566.68	2,505.84	2,483	2,417	2,379	2,311	2,279	2,207	2,169	2,101	2,063	2,010	1,959	1,906	1,853	1,801	3,942

¹ Detallado en cuadro 7 A.

² Detallado en cuadro 15, página 83.

³ Detallado en cuadro 6 A.

⁴ Detallado en cuadro 8 A.

Cuadro 21. Evaluación financiera del sistema de plantación de linderos maderables (USD).

CONCEPTO	AÑOS																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
I. Ingresos																				
Ventas de la finca	6,108	5,992	5,877	5,761	5,645	5,529	5,414	5,298	5,182	5,092	4,951	4,835	4,719	4,603	4,521	4,372	4,256	4,140	4,024	6,102
Total ingresos	6,108	5,992	5,877	5,761	5,645	5,529	5,414	5,298	5,182	5,092	4,951	4,835	4,719	4,603	4,521	4,372	4,256	4,140	4,024	6,102
II. Egresos																				
Inversiones	90																			
Costos directos	3,362	3,299	3,240	3,172	3,119	3,046	2,997	2,919	2,871	2,813	2,744	2,666	2,618	2,540	2,511	2,413	2,350	2,287	2,223	2,160
Servicio de la deuda. Gastos financieros	10.80	8.64	6.48	4.32	2.16															
Otros gastos financieros	470.68	461.86	453.60	444.08	436.66	426.44	419.58	408.66	401.94	393.82	384.16	373.24	366.52	355.60	351.54	337.82	329.00	320.18	311.22	302.40
Total egresos	3,933.48	3,769.50	3,700.08	3,620.40	3,557.82	3,472.44	3,416.58	3,327.66	3,272.94	3,206.82	3,128.16	3,039.24	2,984.52	2,895.60	2,862.54	2,750.82	2,679.00	2,607.18	2,534.22	2,462.40
III. Balance	2,174.52	2,222.50	2,176.92	2,140.60	2,087.18	2,056.56	1,997.42	1,970.34	1,909.06	1,885.18	1,822.84	1,795.76	1,734.48	1,707.40	1,658.46	1,621.18	1,577.00	1,532.82	1,489.78	3,639.60
IV. Ingreso incremental	2,174.52	2,222.50	2,176.92	2,140.60	2,087.18	2,056.56	1,997.42	1,970.34	1,909.06	1,885.18	1,822.84	1,795.76	1,734.48	1,707.40	1,658.46	1,621.18	1,577.00	1,532.82	1,489.78	3,639.60

5.6. ANÁLISIS ECONÓMICO DEL SISTEMA DE PLANTACIÓN DE HILERAS MADERABLES ENTRE CULTIVOS

En este sistema agroforestal, el valor de la inversión es de 29,328.54 USD (Cuadro 15 A), el valor neto actualizado (VAN) es de 24,214.68 USD positivo, considerándose un proyecto viable a la tasa de interés de oportunidad vigente en el mercado. Dicho de otra manera, convendrá aceptar el proyecto porque el valor presente de los flujos netos de ingresos supera al valor de la inversión.

El cuadro 22 muestra el flujo de caja del sistema agroforestal en hileras maderables entre cultivos, el mismo que señala los ingresos referentes por las ventas realizadas en finca, los egresos pertenecientes a los costos directos y el servicio de la deuda, así como también el superávit/déficit obtenidos a lo largo de la vida útil de este sistema.

El cuadro 23 señala la evaluación financiera de este sistema de plantación, en el cual no se encontró una tasa negativa para el cálculo de la TIR (Tasa Interna de Retorno) durante el proceso de interpolación, lo que permite suponer que es mayor al 100%, es decir que la inversión es aconsejable. A continuación los siguientes cuadros señalan la evaluación financiera de este sistema agroforestal.

Cuadro 22. Flujo de caja. Sistema Agroforestal de hileras maderables entre cultivos (USD).

CONCEPTO	AÑOS																				
	AD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1. Ingresos																					
Ventas de la finca ¹	6,224	6,129	6,035	5,940	5,846	5,751	5,656	5,562	5,467	5,373	5,298	5,183	5,089	4,994	4,900	4,830	4,710	4,616	4,521	4,427	6,345
Crédito a mediano plazo		70																			
Total ingresos	6,224	6,199	6,035	5,940	5,846	5,751	5,656	5,562	5,467	5,373	5,298	5,183	5,089	4,994	4,900	4,830	4,710	4,616	4,521	4,427	6,345
2. Egresos																					
Inversiones ²		70																			
Costos directos ³	3,400	3,368	3,317	3,270	3,213	3,172	3,110	3,068	3,007	2,965	2,923	2,867	2,800	2,763	2,696	2,680	2,593	2,541	2,490	2,438	2,386
Servicio de la deuda capital + intereses ⁴		22.40	20.72	19.04	17.36	15.68															
Total egresos	3,400	3,390.40	3,337.72	3,289.04	3,230.36	3,187.68	3,110	3,068	3,007	2,965	2,923	2,867	2,800	2,763	2,696	2,680	2,593	2,541	2,490	2,438	2,386
3. Superávit/déficit	2,824	2,808.60	2,697.28	2,650.96	2,615.64	2,563.32	2,546	2,494	2,460	2,408	2,375	2,316	2,289	2,231	2,204	2,150	2,117	2,075	2,031	1,989	3,959

¹ Detallado en cuadro 11 A.

² Detallado en cuadro 17, página 90.

³ Detallado en cuadro 10 A

⁴ Detallado en anexo 12 A.

Cuadro 23. Evaluación financiera del sistema de plantación de hileras maderables entre cultivos (USD).

CONCEPTO	AÑOS																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
I. Ingresos																				
Ventas de la finca	6,129	6,0355	5,940	5,846	5,751	5,656	5,562	5,467	5,373	5,298	5,183	5,089	4,994	4,900	4,830	4,710	4,616	4,521	4,427	6,34
Total ingresos	6,129	6,0355	5,940	5,846	5,751	5,656	5,562	5,467	5,373	5,298	5,183	5,089	4,994	4,900	4,830	4,710	4,616	4,521	4,427	6,34
II. Egresos																				
Inversiones	70																			
Costos directos	3,368	3,317	3,270	3,213	3,172	3,110	3,068	3,007	2,965	2,923	2,867	2,800	2,763	2,696	2,680	2,593	2,541	2,490	2,438	2,38
Servicio de la deuda																				
gastos financieros	8.40	6.72	5.04	3.36	1.68															
Otros gastos financieros	471.52	464.38	457.80	449.82	444.08	435.40	429.52	420.98	415.10	409.22	401.38	392.00	386.82	377.44	378.20	363.02	355.74	348.60	341.32	334.0
Total egresos	3,917.92	3,788.10	3,732.84	3,666.18	3,617.76	3,545.4	3,497.52	3,427.98	3,380.10	3,332.22	3,268.38	3,192.00	3,149.82	3,073.44	3,055.20	2,956.02	2,896.76	2,838.60	2,779.32	2,720.
III. Balance	2,211.08	2,246.90	2,207.16	2,179.82	2,133.24	2,110.60	2,064.48	2,039.02	1,992.90	1,965.78	1,914.62	1,897.00	1,844.18	1,826.56	1,774.80	1,753.98	1,719.26	1,682.40	1,647.68	3,624.
IV. Ingreso incremental	2,211.08	2,246.90	2,207.16	2,179.82	2,133.24	2,110.60	2,064.48	2,039.02	1,992.90	1,965.78	1,914.62	1,897.00	1,844.18	1,826.56	1,774.80	1,753.98	1,719.26	1,682.40	1,647.68	3,624.

CONCLUSIONES

1. En el recinto El Salado las familias disponen de servicios básicos como agua entubada, energía eléctrica, vías de acceso y transporte, todos en forma deficiente, mientras que son inexistentes los servicios de educación y salud.
2. De un total de 18 agricultores que poseen tierra en el valle de El Salado, el 39% tienen como única fuente de ingreso económico la explotación agrícola de ciclo corto bajo riego y de secano, mientras que el 61% combina la producción agrícola con otras actividades (venta de mano de obra, ebanistería, venta de madera y carbón).
3. El 78% de los agricultores del valle de El Salado son poseionarios comunales, es decir, poseen lotes otorgados por la Comuna mediante derecho de posesión que van de 1 a 20 ha, y el 22% poseen títulos de propiedad otorgados por las autoridades competentes.
4. El 28% de los agricultores desarrollan su producción agrícola con recursos propios, mientras que el 72% solicitan créditos a instituciones financieras del sector, ONGs o chulqueros para realizar sus cultivos comerciales.

5. Los principales cultivos de explotación comercial son: pimiento, tomate, sandía, pepino y maíz. De éstos, los de menor riesgo y mayor rentabilidad económica son pimiento y sandía, comercializados en las fincas de los agricultores o en los mercados de la Península.
6. La comercialización, la falta de asistencia técnica durante los procesos productivos, los elevados intereses crediticios son los principales problemas que inciden en la producción y en los ingresos económicos de las familias del sector.
7. En el recinto El Salado se ha implementado hace cinco años sistemas de plantación en rodal, lo que ha permitido a los agricultores realizar en el mismo terreno árboles maderables y cultivos ciclo corto hasta el quinto año. Estas plantaciones realizadas sirvieron de base para seleccionar las especies forestales y diseños de sistemas de plantación recomendados en el presente trabajo.
8. Los sistemas agrosilvoculturales tradicionales existentes en la zona están conformados por asociaciones de cultivos de ciclo corto más especies frutales como limón, mango, guabos, ciruela pero en pequeñas extensiones de terreno, esto ha incidido para que el agricultor acepte la integración del árbol en su sistema de cultivo de ciclo corto.

9. De los diseños agroforestales presentados a los agricultores se determinó que los sistemas de mayor aceptación son: sistema de plantación en rodal con cultivos anuales hasta el quinto año, sistemas de plantación en linderos maderables con cultivos anuales por un tiempo indeterminado mientras dure la plantación y el sistema de plantación de árboles en hileras entre cultivos. El primer sistema es requerido por propietarios que disponen de áreas de terreno mayor a 2 hectáreas, no así los otros sistemas que se pueden realizar en propiedades pequeñas.

10. De las siete especies forestales plantadas en la zona de estudio para determinar su adaptación y aceptación del agricultor, las más aceptadas por los agricultores fueron: caoba, laurel y neem por sus buenas características de desarrollo, crecimiento y adaptación en la zona.

11. La aplicación de los tres diseños agrosilvoculturales realizados en comunas y/o predios con similares características edafoclimáticas, es factible porque permite a lo largo de su horizonte o vida útil recuperar las inversiones efectuadas con el respectivo costo de capital (intereses), teniendo connotación económica, social y ambiental, porque da la oportunidad para que muchas personas tengan una fuente de trabajo permanente que les permita tener un mejor nivel de vida.

RECOMENDACIONES

1. Plantar especies forestales de rápido crecimiento y desarrollo que permitan obtener en menor tiempo posible el retorno de la inversión por concepto de venta de madera.
2. Realizar la plantación de los árboles asociando diferentes familias y especies con la finalidad de evitar el ataque agresivo de plagas y enfermedades que puedan presentarse tanto en árboles como en cultivos.
3. Dar un mantenimiento y manejo adecuado de la plantación forestal (podas) de acuerdo a las épocas estimadas en el diseño, para evitar la competencia por luz a los cultivos, por la sombra producido de los árboles.
4. Ejecutar las labores de raleo en los tiempos determinados en el diseño con la finalidad de obtener mayor volumen de madera por árbol, dando a cada especie forestal el espacio necesario para su desarrollo y producción maderable.
5. La aplicación del sistema de plantación en rodales es recomendable realizar en propiedades que dispongan de otras áreas para realizar cultivos de ciclo corto, ya que en este sistema únicamente se puede asociar hasta el

quinto año con cultivos anuales, mientras que el sistema en linderos e hileras es aplicable en áreas pequeñas donde se puede tener una producción de ciclo corto durante el tiempo que dure la plantación forestal.

6. Concienciar a los agricultores sobre la importancia y beneficios de los sistemas agroforestales, los mismos que ayudan a mantener los recursos naturales (agua, suelo) y conservar la biodiversidad del sector.

BIBLIOGRAFÍA

ALVAREZ, G. 1999. Manual sobre Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades. Federación Unitaria Provincial de Organizaciones Campesinas y Populares del Sur (FUPOCPS). Loja, Ecuador.

BORJA, C. – LASSO, S. 1990. Plantas Nativas para Reforestación en el Ecuador. Fundación Natura – AID – EDUNAT III. Quito, Ecuador.

BERNAL, M. 2003. Agroforestería ayudará en la reforestación. Diario EL Universo. Sección Producción, 1 de noviembre.

GEILFUS, F. 1997. El Árbol en la Finca y en el Paisaje. Manual de Agroforestería para el Desarrollo Sustentable. 2da edición. GTZ Alemania. Fascículo 2. Quito, Ecuador.

GEILFUS, F. 1997. El Árbol y el desarrollo de la Comunidad. Manual de Agroforestería para el Desarrollo Sustentable. 2da edición. GTZ Alemania. Fascículo 3. Quito, Ecuador.

GEILFUS, F. 1997. Los Sistemas Agroforestales “A”. Manual de Agroforestería para el Desarrollo Sustentable. 2da edición. GTZ Alemania. Fascículo 4. Quito, Ecuador.

GEILFUS, F. 1997. Los sistemas Agroforestales “B”. Manual de Agroforestería para el Desarrollo Sustentable. 2da edición. GTZ Alemania. Fascículo 5. Quito, Ecuador.

GEILFUS, F. 1997. Los Sistemas Agroforestales “C”. Manual de Agroforestería para el Desarrollo Sustentable. 2da edición. GTZ Alemania. Fascículo 6. Quito, Ecuador.

GEILFUS, F. 1997. Los sistemas Agroforestales “D”. Manual de Agroforestería para el Desarrollo Sustentable. 2da edición. GTZ Alemania. Fascículo 7. Quito, Ecuador.

GEILFUS, F. 1997. Los sistemas Agroforestales “E”. Manual de Agroforestería para el Desarrollo Sustentable. 2da edición. GTZ Alemania. Fascículo 8. Quito, Ecuador.

JIMÉNEZ, F. et al. 1997. Funciones y Aplicaciones de Sistemas Agroforestales. Módulo de enseñanza agroforestal N°6. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE. Proyecto Agroforestal CATIE/GTZ. Costa Rica.

LOK, R. 1998. Introducción a los Huertos Caseros Tradicionales Tropicales. Módulo de enseñanza agroforestal N° 3. Centro Agronómico Tropical de

Investigación y Enseñanza, CATIE. Proyecto Agroforestal CATIE/GTZ. Costa Rica.

MÉNDEZ, E. et al. 2000. Plantación de árboles en línea N° 1. 2da edición. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE. Proyecto agroforestal, CATIE/GTZ. Costa Rica.

MUSCHLER, R. 2000. Árboles en Cafetales. Módulo de enseñanza agroforestal N° 5 Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE. Proyecto Agroforestal CATIE/GTZ. Costa Rica.

QUEBECOR WORLD EDIT. 2002. Manual Agropecuario. Tecnologías Orgánicas de la Granja Integral Autosuficiente. Bogotá S. A.

TERRANOVA EDITORES Ltda. 2002. Enciclopedia Práctica de la Agricultura y la Ganadería. Tomo 2. Barcelona, España.

VALVERDE, F. 1991. Estado Actual de la Vegetación Natural de la Cordillera de Chongón - Colonche. Instituto de investigaciones de Recursos Naturales. Facultad de Ciencia Naturales. Universidad de Guayaquil. Ecuador.

ANEXOS

LISTA DE ANEXOS

Figura 1 A. Ubicación del recinto El Salado dentro de la comuna Salanguillo.

Formato 1 A. Encuesta básica para diagnóstico social, económico y agroforestal de la comuna Salanguillo, recinto El Salado.

Cuadro 1 A. Sistema agroforestal en rodal. Proyección de ingresos por comercialización de madera en pie/ha.

Cuadro 2 A. Costos directos del sistema agroforestal en rodal.

Cuadro 3 A. Ingresos del sistema agroforestal en rodal.

Cuadro 4 A. Amortización del costo de formación del sistema de plantación en rodal en el período de 5 años.

Cuadro 5 A. Sistema agroforestal en linderos maderables. Proyección de ingresos por comercialización de madera en pie/ha.

Cuadro 6 A. Costos directos del sistema agroforestal en linderos maderables más cultivos durante 20 años.

Cuadro 7 A. Ingresos del sistema agroforestal en linderos maderables más cultivos (sandía y pimiento) durante 20 años.

Cuadro 8 A. Amortización del costo de formación del sistemas de plantación de linderos maderables en el período de 5 años.

Cuadro 9 A. Sistema agroforestal en hileras de árboles entre cultivos. Proyección de ingresos por comercialización de madera en pie/ha.

Cuadro 10 A. Costos directos del sistema agroforestal en hileras maderables más cultivos durante 20 años.

Cuadro 11 A. Ingresos del sistema agroforestal en hileras maderables más cultivos (sandía y pimiento) durante 20 años.

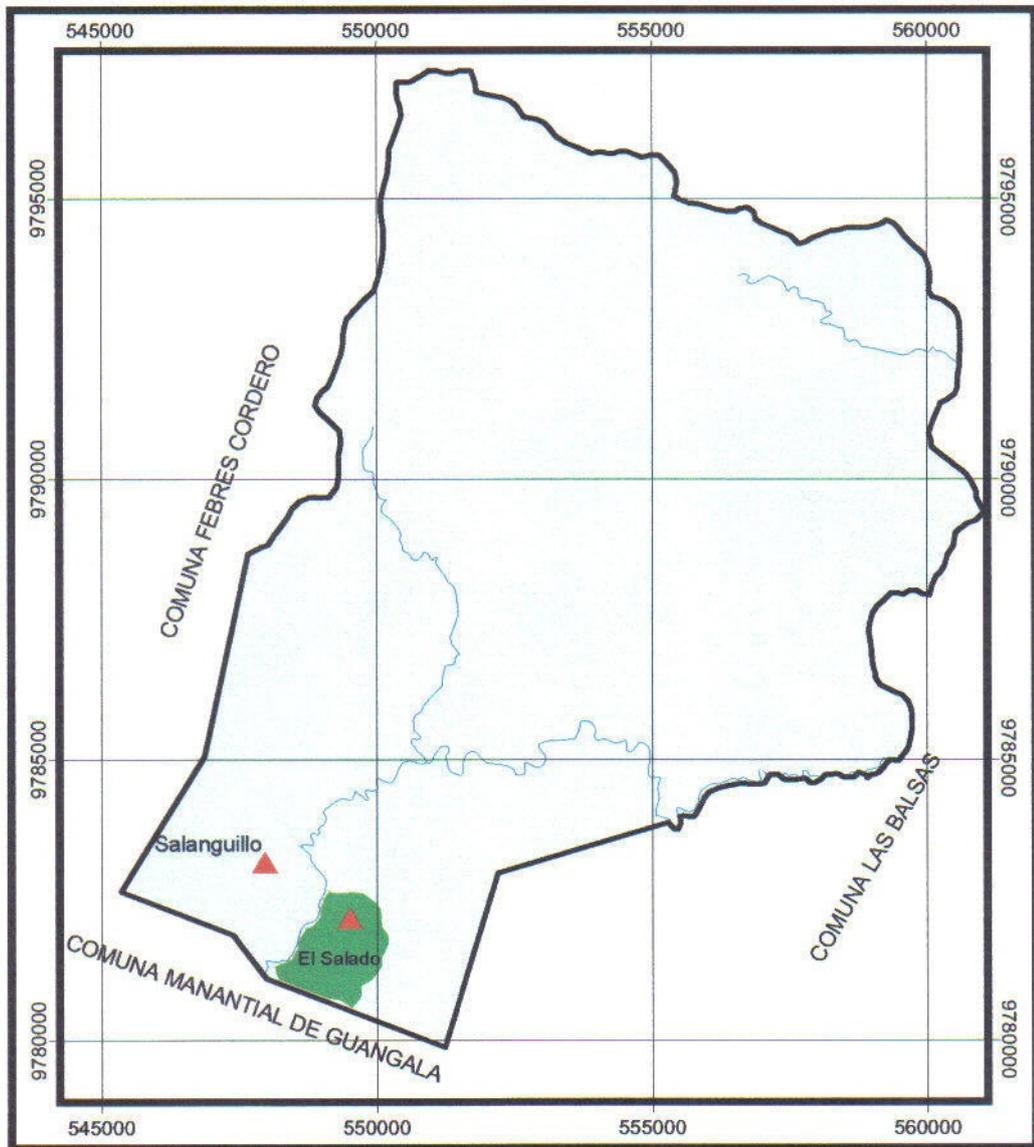
Cuadro 12 A. Amortización del costo de formación del sistema de plantación de hileras maderables entre cultivos en un período de 5 años.

Cuadro 13 A. Sistema de plantación en rodal. Actualización de datos.

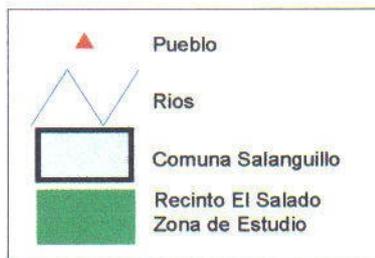
Cuadro 14 A. Sistema de plantación en linderos maderables. Actualización de datos.

Cuadro 15 A. Sistema de plantación de hileras maderables entre cultivos. Actualización de datos.

- Foto 1 A. Medición del diámetro de copa de una plantación en rodal.
- Foto 2 A. Medición del DAP de especies forestales a una edad de 5 años.
- Foto 3 A. Determinación del distanciamiento de plantación de un rodal.
- Foto 4 A. Plantación en rodal de cedro, caoba y laurel.
- Foto 5 A. Cultivo de pepino.
- Foto 6 A. Árboles de neem en rodal puro.
- Foto 7 A. Árboles de caoba, cedro y laurel en rodal asociado con maíz.
- Foto 8 A. Árboles de caoba y laurel en hileras entre cultivos asociado con tomate.



**Figura 1 A. Ubicación del recinto
El Salado dentro de la comuna Salanguillo**



Escala: 1:108.000

Formato 1 A. Encuesta básica para diagnóstico social, económico y agroforestal de la comuna Salanguillo, recinto El Salado.

Datos preliminares

1. Número del cuestionario: _____
2. Lugar y fecha : _____
3. Nombre del agricultor: _____
4. Domicilio: _____
5. Ubicación de la parcela: _____

Aspectos sociales

6. Abastecimiento de agua _____
7. Alumbrado público y/o domiciliario _____
8. Existe establecimiento educativo en el recinto _____
9. Vías de acceso a su comunidad _____
10. Miembros que integran su núcleo familiar _____
11. Nivel de educación (del padre de familia) _____
12. Organización a la que pertenece _____
13. Ha recibido capacitación por parte de alguna institución _____
14. Forma de tenencia de su predio _____

Aspectos económicos

- 15. Principales actividades de ingresos económicos _____
- 16. Fuente(s) de recursos económicos para inversiones en su UPA _____
- 17. Extensión de su UPA _____
- 18. Miembros de la familia que trabajan en la UPA _____

Producción Agrícola

- 19. Cultivos que Ud. siembra en la UPA _____
- 20. Cultivo con riego _____
- 21. Extensión sembrada _____
- 22. Ciclos por año _____
- 23. Epoca de siembra _____
- 24. Producción por ha. _____
- 25. Costo _____
- 26. Ingreso _____
- 27. Extensión de superficie que posee riego dentro de la UPA _____
- 28. Fuente de riego _____
- 29. Principales problemas que tiene para la producción _____

Sistema agroforestal

30. Especies maderables plantados en la finca _____
31. Año que plantó los árboles (frutales/forestales) _____
32. Extensión de la parcela que tiene árboles y cultivo _____
33. Árboles y cultivos que se han combinado en el terreno _____
34. Especies frutales en la finca _____
35. Especies forestales y frutales que presentan problemas fitosanitarios _____
36. Especies forestales y frutales que necesitan mayor manejo _____
37. Distancias entre árboles y cultivos _____
38. Número de árboles forestales o frutales dentro del cultivo _____
39. Rendimiento obtenido de los cultivos realizados en el último año _____
40. Especies de árboles que prefiere _____
41. Área dentro del cultivo que le gustaría que ocuparan los árboles _____
42. Tipo de sistema agroforestal que le gustaría realizar _____

Cuadro 1 A. Sistema agroforestal en rodal. Proyección de ingresos por comercialización de madera en pie/ha.

Especie	N° de árboles/ha a los 20 años	AB promedio	HC promedio	FC	V C/ árbol (m³)	Volumen total (m³)	Valor / m³ de madera en pie	Ingreso total
Caoba	50	0.098	10.24	0.7	0.70	35	100.00	3,500.00
Laurel	80	0.082	9.6	0.7	0.55	44	50.00	2,200.00
Neem	70	0.067	7.68	0.7	0.36	25.2	35.00	882.00

AB= Área basal

HC= Altura Comercial

FC= Factor de corrección

VC= Volumen comercial

- Según los resultados obtenidos se proyecta que a los 20 años, el rodal aportaría con un ingreso total de 6,582.00 USD por concepto de venta de madera.

Cuadro 2 A. Costos directos del sistema agroforestal en rodal (USD).

CONCEPTO	AÑOS															
	AD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
I. SAF																
1. Cultivos de ciclo corto ¹																
a. Pimiento																
- Superficie (m ²)	10000	9870	9424	8897	8370	7843										
- N° de ciclos	1	1	1	1	1	1										
- Costo por ha	1,400.00	1,382.00	1,319.00	1,246.00	1,172.00	1,098.00										
b. Sandía																
- Superficie (m ²)	10000	9870	9424	8897	8370	7843										
- N° de ciclos	1	1	1	1	1	1										
- Costo por ha	2,000.00	1,974.00	1,885.00	1,779.00	1,674.00	1,569.00										
2. Arboles																
Manejo y mantenimiento				10.00		15.00	60.00	75.00	60.00	60.00	120.00	60.00	60.00	80.00	60.00	12.00
Total costos directos	3,400.00	3,356.00	3,204.00	3,035.00	2,846.00	2,682.00	60.00	75.00	60.00	60.00	120.00	60.00	60.00	80.00	60.00	120.00

¹ Costos de producción de pimiento y sandia en rotación de cultivos en el sistema de plantación en rodal del uno al quinto año.

Cuadro 3 A. Ingresos del sistema agroforestal en rodal (USD).

Concepto	Años								
	AD	1	2	3	4	5	10	15	20
I. SAF									
I. Cultivos de ciclo corto									
a. Pimiento									
- Superficie (m ²)	10000	9870	9424	8897	8370	7843			
- N° de ciclos	1	1	1	1	1	1			
- Producción sacos/ha	431	425	406	383	361	338			
- Precio de venta unitario	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00			
- Ingreso	1,724.00	1,702.00	1,625.00	1,534.00	1,443.00	1,352.00			
b. Sandía									
- Superficie (m ²)	10000	9870	9424	8897	8370	7843			
- N° de ciclos	1	1	1	1	1	1			
- Producción u/ha	5000	4935	4712	4449	4185	3922			
- Precio de venta unitario	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90			
- Ingreso	4,500.00	4,442.00	4,241.00	4,004.00	3,767.00	3,529.00			
2. Árboles									
- Ingreso producción forestal ¹							80.00	100.00	6,582.00
Total ingresos	6,224.00	6,143.00	5,865.00	5,537.00	5,209.00	4,881.00	80.00	100.00	6,582.00

¹ El ingreso de la producción forestal se obtiene mediante los raleos en los años considerados y por el valor de los árboles en pie.

Cuadro 4 A. Amortización del costo de formación del sistema de plantación en rodal en el período de 5 años (USD).

Años	Principal	Amortización de capital	Intereses 12%	Total a pagar
1	260.00	52.00	31.20	83.20
2	208.00	52.00	24.96	76.96
3	156.00	52.00	18.72	70.72
4	104.00	52.00	12.48	64.48
5	52.00	52.00	6.24	58.24

Cuadro 5 A. Sistema agroforestal en linderos maderables. Proyección de ingresos por comercialización de madera en pie/ha.

Especie	N° de árboles/ha a los 20 años	AB promedio	HC Promedio	FC	VC/árbol (m³)	Volumen total (m³)	Valor / m³ de madera	Ingreso total
Caoba	17	0.098	10.24	0.7	0.70	11.90	100.00	1,190.00
Laurel	26	0.082	9.6	0.7	0.55	14.3	50.00	715.00
Neem	23	0.067	7.68	0.7	0.36	8.22	35.00	288.00

AB= Área basal

HC= Altura comercial

FC= Factor de corrección

VC= Volumen comercial

- Según los resultados obtenidos se proyecta que a los 20 años, el lindero aportaría un ingreso total de 2,193.00 USD por concepto de venta de madera.

Cuadro 6 A. Costos directos del sistema agroforestal en linderos maderables más cultivos durante 20 años (USD).

CONCEPTO	AÑOS																				
	AD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
I. SAF																					
1. Cultivos de ciclo corto ¹																					
a. Pimiento																					
- Superficie m ²	10000	9814	9628	9442	9256	9070	8884	8698	8512	8326	8140	7954	7768	7582	7396	7210	7324	6838	6652	6466	6280
- N° de ciclos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
- Costo por ha	1,400	1,374	1,348	1,322	1,296	1,270	1,242	1,218	1,192	1,166	1,140	1,114	1,088	1,061	1,035	1,009	983	957	931	905	879
b. Sandía																					
- Superficie m ²	10000	9814	9628	9442	9256	9070	8884	8698	8512	8326	8140	7954	7768	7582	7396	7210	7324	6838	6652	6466	6280
- N° de ciclos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
- Costo por ha	2,000	1,963	1,926	1,888	1,851	1,814	1,777	1,740	1,702	1,665	1,628	1,591	1,554	1,516	1,479	1,442	1,405	1,368	1,330	1,293	1,256
2. Arboles																					
Manejo y mantenimiento		25	25	30	25	35	25	40	25	40	45	40	25	40	25	60	25	25	25	25	25
Total costos directos	3,400	3,362	3,299	3,240	3,172	3,119	3,046	2,997	2,919	2,871	2,813	2,744	2,666	2,618	2,540	2,511	2,413	2,350	2,287	2,223	2,160

¹Costos de producción de pimiento y sandía en rotación de cultivos en el sistema de plantación en linderos maderables.

Cuadro 7 A. Ingresos del sistema agroforestal en linderos maderables más cultivos (sandía y pimiento) durante 20 años
(USD)

CONCEPTO	AÑOS																				
	AD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
I. SAF																					
1. Cultivos de ciclo corto																					
a. Pimiento																					
- Superficie m ²	10000	9814	9628	9442	9256	9070	8884	8698	8512	8326	8140	7954	7768	7582	7396	7210	7324	6838	6652	6466	6280
- N° de ciclos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
- Producción sacos/ha	431	423	415	407	399	391	383	375	367	359	351	343	335	327	319	311	303	295	287	279	271
- Precio de venta unitario	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
- Ingreso	1,724	1,692	1,660	1,628	1,596	1,564	1,532	1,500	1,467	1,435	1,403	1,371	1,339	1,307	1,275	1,243	1,211	1,179	1,147	1,115	1,083
b. Sandía																					
- Superficie m ²	10000	9814	9628	9442	9256	9070	8884	8698	8512	8326	8140	7954	7768	7582	7396	7210	7324	6838	6652	6466	6280
- N° de ciclos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
- Producción u/ha	5000	4907	4814	4721	4628	4535	4442	4349	4256	4163	4070	3977	3884	3791	3698	3605	3512	3419	3326	3233	3140
- Precio de venta unitario	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
- Ingreso	4,500	4,416	4,333	4,249	4,165	4,082	3,998	3,914	3,830	3,747	3,663	3,579	3,496	3,412	3,328	3,245	3,161	3,077	2,993	2,910	2,826
2. Árboles																					
- Ingreso produc. forestal											26					33					2,193
Total ingresos	6,224	6,108	5,992	5,877	5,761	5,645	5,529	5,414	5,298	5,182	5,092	4,951	4,835	4,719	4,603	4,521	4,372	4,256	4,140	4,024	6,102

¹ El ingreso de la producción forestal se obtiene mediante los raleos en los años considerados y por el valor de los árboles en pie.

Cuadro 8 A. Amortización del costo de formación del sistema de plantación de linderos maderables en el período de 5 años (USD).

Años	Principal	Amortización de capital	Intereses 12%	Total a pagar
1	90.00	18.00	10.80	28.80
2	72.00	18.00	8.64	26.64
3	54.00	18.00	6.48	24.48
4	36.00	18.00	4.32	22.32
5	18.00	18.00	2.16	20.16

Cuadro 9 A. Sistema agroforestal en hileras de árboles entre cultivos. Proyección de ingresos por comercialización de madera en pie/ha (USD).

Especie	N° de árboles/ha a los 20 años	AB Promedio	HC promedio	FC	VC /árbol (m³)	Volumen total (m³)	Valor / m³ de madera	Ingreso total
Caoba	15	0.098	10.24	0.7	0.70	10.5	100.00	1,050.00
Laurel	35	0.082	9.6	0.7	0.55	19.25	50.00	963.00

AB= Área basal

HC= Altura Comercial

FC= Factor de corrección

VC= Volumen comercial

- Según los resultados obtenidos se proyecta que a los 20 años, la hilera de árboles aportaría un ingreso total de 2,013 USD por concepto de venta de madera.

Cuadro 10 A. Costos directos del sistema agroforestal en hileras maderables más cultivos durante 20 años (USD).

CONCEPTO	AÑOS																				
	AD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
I. SAF																					
1.Cultivos de ciclo corto ¹																					
a. Pimiento																					
- Superficie (m ²)	10000	9848	9696	9544	9392	9240	9088	8936	8784	8632	8480	8328	8176	8024	7872	7720	7568	7416	7264	7112	6960
- N° de ciclos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
- Costo por ha	1,400	1,379	1,357	1,336	1,315	1,294	1,272	1,251	1,230	1,208	1,187	1,166	1,145	1,123	1,102	1,081	1,060	1,038	1,017	996	974
b. Sandía																					
- Superficie (m ²)	10000	9848	9696	9544	9392	9240	9088	8936	8784	8632	8480	8328	8176	8024	7872	7720	7568	7416	7264	7112	6960
- N° de ciclos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
- Costo por ha	2,000	1,970	1,939	1,909	1,878	1,848	1,818	1,787	1,757	1,726	1,696	1,666	1,635	1,605	1,574	1,544	1,514	1,483	1,453	1,422	1,392
2. Arboles																					
Manejo y mantenimiento		20	20	25	20	30	20	30	20	30	40	35	20	35	20	55	20	20	20	20	20
Total costos directos	3,400	3,368	3,317	3,270	3,213	3,172	3,110	3,068	3,007	2,965	2,923	2,867	2,800	2,763	2,696	2,680	2,593	2,541	2,490	2,438	2,386

¹ Costos de producción de pimiento y sandia en rotación de cultivos en el sistema de plantación en hileras maderables.

**Cuadro 11 A. Ingresos del sistema agroforestal en hileras maderables más cultivos (sandía y pimiento) durante 20 años.
(USD)**

CONCEPTO	AÑOS																				
	AD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
I. SAF																					
1. Cultivos de ciclo corto																					
a. Pimiento																					
- Superficie m ²	10000	9848	9696	9544	9392	9240	9088	8936	8784	8632	8480	8328	8176	8024	7872	7720	7568	7416	7264	7112	6960
- N° de ciclos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
- Producción sacos/ha	431	424	418	411	405	398	392	385	379	372	365	359	352	346	339	333	326	320	313	307	299
- Precio de venta unitario	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
- Ingreso	1,724	1,698	1,672	1,645	1,619	1,593	1,567	1,541	1,514	1,488	1,462	1,436	1,410	1,383	1,357	1,331	1,305	1,279	1,252	1,226	1,200
b. Sandía																					
- Superficie m ²	10000	9848	9696	9544	9392	9240	9088	8936	8784	8632	8480	8328	8176	8024	7872	7720	7568	7416	7264	7112	6960
- N° de ciclos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
- Producción u/ha	5000	4924	4848	4772	4696	4620	4544	4468	4392	4316	4240	4164	4088	4012	3936	3860	3784	3708	3632	3556	3480
- Precio de venta unitario	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
- Ingreso	4,500	4,432	4,363	4,295	4,226	4,158	4,090	4,021	3,953	3,884	3,816	3,748	3,679	3,611	3,542	3,474	3,406	3,337	3,269	3,200	3,132
2. Árboles																					
- Ingreso Produc. forestal ¹											20					25					2,013
Total ingresos	6,224	6,129	6,035	5,940	5,846	5,751	5,656	5,562	5,467	5,373	5,298	5,183	5,089	4,994	4,900	4,830	4,710	4,616	4,521	4,427	6,345

¹ El ingreso de la producción forestal se obtiene mediante los raleos en los años considerados y por el valor de los árboles en pie

Cuadro 12 A. Amortización del costo de formación del sistema de plantación de hileras maderables entre cultivos en un período de 5 años (USD).

Años	Principal	Amortización de capital	Intereses 12%	Total a pagar
1	70.00	14.00	8.40	22.40
2	56.00	14.00	6.72	20.72
3	42.00	14.00	5.04	19.04
4	28.00	14.00	3.36	17.36
5	14.00	14.00	1.68	15.68

Cuadro 13 A. Sistema de plantación en rodal. Actualización de datos (USD).

Año	Costos	Beneficios	Factor de actualización	Costos actualizados/ha	Beneficios actualizados/ha
0	3,400.00	6,224.00	1	3,400.00	6,224.00
1	3,699.00	6,403.00	0.909	3,362.39	5,820.33
2	3,280.96	5,865.00	0.826	2,710.07	4,844.49
3	3,105.72	5,537.00	0.751	2,332.40	4,158.29
4	2,910.48	5,209.00	0.683	1,987.86	3,557.75
5	2,740.24	4,881.00	0.621	1,701.69	3,031.10
6	60.00		0.564	33.84	
7	75.00		0.513	38.48	
8	60.00		0.467	28.02	
9	60.00		0.424	25.44	
10	120.00	80.00	0.386	46.32	30.88
11	60.00		0.35	21.00	
12	60.00		0.319	19.14	
13	80.00		0.29	23.20	
14	60.00		0.263	15.78	
15	120.00	100.00	0.239	28.68	23.90
16			0.218		
17			0.198		
18			0.18		
19			0.164		
20		6,582.00	0.149		980.72
TOTAL				15,774.30	2,8671.46

VAN = 12,897.16 USD

Cuadro 14 A. Sistema de plantación en linderos maderables. Actualización de datos.(USD)

Año	Costos	Beneficios	Factor de actualización	Costos actualizados/ha	Beneficios Actualizados/ha
0	3,400.00	6,224.00	1	3,400.00	6,224.00
1	3,480.80	6,198.00	0.909	3,164.05	5,633.98
2	3,325.64	5,992.00	0.826	2,746.98	4,949.39
3	3,264.48	5,877.00	0.751	2,451.62	4,413.63
4	3,194.32	5,761.00	0.683	2,181.72	3,934.76
5	3,139.16	5,645.00	0.621	1,949.42	3,505.55
6	3,046.00	5,529.00	0.564	1,717.94	3,118.36
7	2,997.00	5,414.00	0.513	1,537.46	2,777.38
8	2,919.00	5,298.00	0.467	1,363.17	2,474.17
9	2,871.00	5,182.00	0.424	1,217.30	2,197.17
10	2,813.00	5,092.00	0.386	1,085.82	1,965.51
11	2,744.00	4,951.00	0.35	960.40	1,732.85
12	2,666.00	4,835.00	0.319	850.45	1,542.32
13	2,618.00	4,719.00	0.29	759.22	1,368.51
14	2,540.00	4,603.00	0.263	668.02	1,210.59
15	2,511.00	4,521.00	0.239	600.13	1,080.52
16	2,413.00	4,372.00	0.218	526.03	953.10
17	2,350.00	4,256.00	0.198	465.30	842.69
18	2,287.00	4,140.00	0.18	411.66	745.20
19	2,223.00	4,024.00	0.164	364.57	659.94
20	2,160.00	6,102.00	0.149	321.84	909.20
TOTAL				28,743.12	52,238.84

VAN = 23,495.73 USD

**Cuadro 15 A. Sistema de plantación de hileras maderables entre cultivos.
Actualización de datos (USD)**

Año	Costos	Beneficios	Factor de actualización	Costos actualizados/ha	Beneficios actualizados/ha
0	3,400.00	6,224.00	1	3,400.00	6,224.00
1	3,390.40	6,199.00	0.909	3,081.87	5,634.89
2	3,333.72	6,035.00	0.826	2,753.65	4,984.91
3	3,289.04	5,940.00	0.751	2,470.07	4,460.94
4	3,230.36	5,846.00	0.683	2,206.34	3,992.82
5	3,187.68	5,751.00	0.621	1,979.55	3,571.37
6	3,110.00	5,656.00	0.564	1,754.04	3,189.98
7	3,068.00	5,562.00	0.513	1,573.88	2,853.31
8	3,007.00	5,467.00	0.467	1,404.27	2,553.09
9	2,965.00	5,373.00	0.424	1,257.16	2,278.15
10	2,923.00	5,298.00	0.386	1,128.28	2,045.03
11	2,867.00	5,183.00	0.350	1,003.45	1,814.05
12	2,800.00	5,089.00	0.319	893.20	1,623.39
13	2,763.00	4,994.00	0.29	801.27	1,448.26
14	2,696.00	4,900.00	0.263	709.05	1,288.70
15	2,680.00	4,830.00	0.239	640.52	1,154.37
16	2,593.00	4,710.00	0.218	565.27	1,026.78
17	2,541.00	4,616.00	0.198	503.12	913.97
18	2,490.00	4,521.00	0.18	448.20	813.78
19	2,438.00	4,427.00	0.164	399.83	726.03
20	2,386.00	6,345.00	0.149	355.51	945.41
TOTAL				29,328.54	53,543.22

VAN = 24,214.68 USD



Foto 1 Medición del diámetro de copa de una plantación en rodal.



Foto 2 Medición del DAP de especies forestales a una edad de 5 años.



Foto 3 Determinación del distanciamiento de plantación de un rodal.



Foto 4 Plantación en rodal de cedro, caoba y laurel.

