

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la**  
**Producción**

"DISEÑO DE UN PLAN DE REFORESTACIÓN PARA EL CENTRO EXPERIMENTAL  
DE ENSEÑANZA AGROPECUARIA ESPOL (CENAE)"

**TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN**  
Materia integradora

Previa la obtención del Título de:  
**INGENIERO AGRÍCOLA Y BIOLÓGICO**

Presentado por:

Edwin Alcivar Rivera Armijos

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año 2015

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco primero a Dios, por permitirme llegar a concluir mis estudios, a mis padres y a mi hermana por darme su apoyo incondicional, al MVZ Wilian Castillo Ch. Mg Sc. por su guía en la realización de este trabajo.

## DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad del contenido desarrollado en la presente propuesta de la materia integradora corresponde exclusivamente al equipo conformado por:

Autor: Edwin Rivera Armijos

Director: MVZ Wilian Castillo Ch. Mg Sc.

Y el patrimonio intelectual del mismo a la Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción (FIMCP) de la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL".

Estamos también de acuerdo que el vídeo de la presentación oral es de plena propiedad de la FIMCP.



Autor

Edwin Rivera A.



Director

MVZ Wilian Castillo Ch. Mg Sc.



## RESUMEN

El CENAE, cuenta con una extensión de 30 ha, dentro del Campus de ESPOL, en la ciudad de Guayaquil; considerada una área de prácticas agrícolas y pecuarias, donde los estudiantes de la carrera de Ingeniería Agrícola y Biológica de la ESPOL, elaboran proyectos educativos e investigativos. El presente proyecto tiene como objetivo, el diseñar un plan de reforestación, con especies nativas y de valor comercial para el CENAE – ESPOL, ubicado en el Campus Gustavo Galindo; con el fin de establecer la viabilidad técnica durante la etapa de vivero e implementación en el campo y determinar la factibilidad económica financiera. El diseño estuvo conformado por dos etapas; donde la primera consistió en realizar un diagnóstico forestal de la situación actual del vivero, perteneciente al proyecto Huella Ecológica – ESPOL y la otra fase, consistió en la elaboración de diseño del vivero con un plan de implementación de reforestación del Centro Experimental de Enseñanza Agropecuaria de la ESPOL con las plantas del vivero ubicado en HUELLA ECOLOGICA. La cantidad de plantas que se empleó en el diseño del proyecto fueron las siguientes: Leucaena 670 arbustos, Algarrobo 40 árboles y teca 65 árboles. La inversión inicial es de \$3.258,00, desglosándose de la siguiente manera: costo de diseño del vivero \$ 1.828,00 y costo de instalación de la plantación \$ 1.430,00. De acuerdo al análisis financiero mostro un TIR de 21 % y un VAN de \$1.539,77, siendo estos valores positivos, asegurando la factibilidad del proyecto. Las conclusiones del proyecto son las siguientes: El diseño y la implementación de un plan de reforestación, ayuda en el ecosistema a disminuir los efectos que ocasiona la deforestación. Un adecuado manejo de un sistema silvopastoril, optimiza la alimentación del ganado, aumentando el rendimiento de peso y producción de leche, generando incremento en las ganancias del productor.

**Palabras Clave: vivero, reforestación, especies, TIR, VAN,**

## **ABSTRACT**

*The CENAE, has an area of 30 ha, in the Campus of ESPOL in Guayaquil; considered an area of agricultural and livestock practices, where students of the career of Agricultural and Biological Engineering ESPOL, develop educational and research projects. This project aims, designing a plan for reforestation with native species and commercial value for CENAE - ESPOL, located in the Campus Gustavo Galindo; in order to establish the technical feasibility during the nursery stage and implementation in the field and determine the financial economic feasibility. The design consisted of two stages; where the first was to do a forestry assessment of the current situation of the nursery, part of the project Ecological Footprint - ESPOL and the other phase, was the development of nursery design with an implementation plan reforestation Agricultural Experimental Teaching Center ESPOL nursery with plants located in ECOLOGICAL FOOTPRINT. The number of plants that are used in the design of the project were: Leucaena 670 shrubs, 40 trees and library Algarrobo 65 trees. The initial investment is \$ 3,258.00, broken down as follows: cost \$ 1,828.00 nursery design and installation cost of \$ 1,430.00 planting. According to the financial analysis showed a 21% IRR and NPV of \$ 1,539.77, and these positive values, ensuring the feasibility of the project. The project's findings are as follows: The design and implementation of a reforestation plan, help to reduce ecosystem effects caused by deforestation. Proper management of a silvospastoril system optimizes livestock feed, increasing performance weight and milk production, generating increased profits of the producer.*

**Keywords:** *nursery, reforestation, species, IRR, NPV*

# ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN	I
ABSTRACT	II
ÍNDICE GENERAL	III
ABREVIATURAS	V
SIMBOLOGÍA	VI
ÍNDICE DE FIGURAS	VII
ÍNDICE DE CUADROS	VIII
CAPITULO 1	
1.1 Introducción	1
1.2 Objetivos	1
1.2.1 Objetivo General	1
1.2.2 Objetivos específicos	1
1.3 Marco Teórico	2
CAPITULO 2	
2. METODOLOGÍA DEL DISEÑO	6
2.1 Situación actual del proyecto HUELLA ECOLÓGICA	6
2.2 Situación actual del CENAE	7
2.3 Ingeniería del proyecto	9
2.3.1 Etapa de vivero	9
2.3.1 Propagación de las especies forestales	12
2.3.2 Diseño Silvopastoril	13
2.4 Análisis Financiero	16

2.5 Costos de Producción	16
2.6 Costos de Operación	17
2.7 Costos de instalación	17
2.8 Ingreso por venta de plántulas	18
2.9 Ingreso por venta de madera	18
2.10 Flujo de caja	19
CAPITULO 3	
RESULTADOS	21
3.1 Componente Ambiental	21
3.2 Componente Académico	21
3.3 Componente Financiero	21
CAPITULO 4	
CONCLUSIONES	22
RECOMENDACIONES	22
BIBLIOGRAFÍA	23
ANEXOS	24

## **ABREVIATURAS**

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
CENAE	Centro Experimental de Enseñanza Agropecuaria de la ESPOL
CLIRSEN	Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos
FAO	Organización para la Alimentación y Agricultura de la ONU
SSP	Sistemas silvopastoriles
BMF	Bancos Mixtos de Forraje
SSPi	Sistema Silvopastoril Intensivo
GPS	General position satelital
TIR	Tasa Interna de Retorno
VAN	Valor Actual Neto

## SIMBOLOGÍA

ha	Hectárea
%	Porcentaje
pH	Potencial de Hidrógeno
mm	Milímetro
m	Metro
°C	Grados centígrados
cm	Centímetros
N	Nitrógeno
k	Potasio
P	Fósforo

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Vista satelital del vivero de la ESPOL	7
Figura 2. Vista satelital del campo de prácticas CENAE	8
Figura 3. Vista lateral del vivero	10
Figura 4. Vista frontal del vivero	10
Figura 5. Sistema de riego para implementar en el vivero	11
Figura 6. Diseño del sistema silvopastoril para el CENAE	15

## ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.	
Cuadro 1	Costos del diseño del vivero	16
Cuadro 2	Costo de propagación de las plántulas	17
Cuadro 3	Costo de instalación de la plantación	17
Cuadro 4	Ingreso aproximado en venta de plántulas	18
Cuadro 5	Ingreso aproximado en venta de madera de teca	18
Cuadro 6	Flujo de caja proyectado a 5 años	20
Cuadro 7	Análisis del TIR Y EL VAN	21

# Capítulo 1

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Descripción del problema

El CENAE, cuenta con una extensión de 30 ha, dentro del Campus de ESPOL, en la ciudad de Guayaquil; siendo considerada una área de prácticas agrícolas y pecuarias, donde los estudiantes de la carrera de Ingeniería Agrícola y Biológica de la ESPOL, elaboran proyectos educativos e investigativos, poniendo en práctica lo aprendido en las clases teóricas.

El CENAE se encuentra dentro de una zona de bosque seco tropical, que con el transcurrir del tiempo ha tenido procesos de deforestación continuos, lo que ha afectado el equilibrio en su ecosistema. Con el fin de disminuir los efectos que ocasiona este problema, se buscó diseñar un plan adecuado de reforestación integral, que sea capaz de ofrecer una mejor alternativa en el manejo del ganado en el CENAE, así como también sea un lugar adecuado para prácticas académicas (Anexo1).

### 1.2 Objetivos

#### 1.2.1 Objetivo General

- Diseñar un plan de reforestación, con especies nativas y de valor comercial, para el CENAE – ESPOL, campus Gustavo Galindo, con el fin de disminuir los efectos que ocasiona la deforestación.

#### 1.2.2 Objetivos específicos

- Establecer la viabilidad técnica durante la fase de vivero e implementación en el campo, para la posterior ejecución del proyecto.
- Determinar la factibilidad económica financiera del proyecto, para conocer su costo - beneficio a largo plazo.
- Conocer de manera general el manejo de un sistema silvopastoril para futuras recomendaciones de alimentación para el ganado.

### 1.3.1 Deforestación en Ecuador

Ecuador es considerado uno de los países más biodiversos del mundo, pero a la vez presenta una tasa alta de deforestación con un 1.7% a 2.4% anualmente, según un informe de la agencia de noticias EFE, desde 1990 un cuarto de bosques ha desaparecido.

Entre las causas de la deforestación está la agricultura, ganadería, industria petrolera, la cual ha destruido más de 1.5 millones de hectáreas de bosque, además la apertura de carreteras a zonas de extracción y la instalación de oleoductos, esto conlleva al asentamiento de colonos que practican la deforestación ilegal. Otro de los motivos de la deforestación es la exportación de madera, la minería y la construcción de represas (EFE, 2011).

Existe un informe de la Organización para la Alimentación y Agricultura de la ONU (FAO), el cual estima que la pérdida anual de masa forestal es de casi 200.000 hectáreas, basándose en información satelital del Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos (CLIRSEN) del año 2000 (EFE, 2011).

### 1.3.2 Reforestación

La reforestación consiste en poblar o repoblar, lugares que han sido deforestados, por acciones directas e indirectas del humano, usando especies arbóreas o arbustivas, disminuyendo los efectos que causa la deforestación (FAO, 2012).

A continuación se detalla los beneficios que tiene la reforestación (FAO, 2012).

- ✓ Proteger los suelos fértiles destruidos por el arrastre de las lluvias.
- ✓ Se originan áreas recreativas naturales dando un mejor aspecto a las ciudades.
- ✓ Retrasa y también puede detener el avance de las dunas de arena (acumulación de arena generada por el viento).
- ✓ Protege del viento a las zonas de cultivo.
- ✓ Crea una masa forestal beneficiosa en terrenos donde antes no había árboles.

### **1.3.3 Los sistemas silvopastoriles**

Los Sistemas Silvopastoriles (SSP) es la combinación de agroforestería con ganadería, en la misma área se siembran pastos y leguminosas, junto con arbustos y árboles, destinados a la nutrición animal. Los cuáles son manejados de la siguiente forma en pastoreo, ramoneo, corte y acarreo (FEDEGAN, 2013).

#### **1.3.3.1 Tipos de sistemas silvopastoriles**

##### **a. Árboles dispersos en potreros**

Este tipo de SSP es una asociación de arbustos, árboles y palmas con múltiples usos en el espacio de los potreros ganaderos. El origen de los árboles puede ser la siembra en diferentes densidades con cuidado deliberado del productor o la aparición espontánea en los potreros ligada a su manejo y conservación (Fernández, 2013).

Entonces cuando se amplían el número y la variedad de árboles en toda la finca ganadera y se maneja adecuadamente el balance de luz para los pastos, se puede hablar de un Sistema Silvopastoril con manejo de la sucesión vegetal, que se caracteriza por ser el más económico, pues no requiere la siembra de árboles ni demanda una gran inversión en sus cuidados.

##### **b. Cercas vivas**

Este tipo de SSP se caracteriza por sus líneas de árboles y arbustos separados por distancias cortas que sostienen alambres eléctricos, de espina o púa o lisos que se utilizan para marcar los linderos de las fincas y para la separación y subdivisión de potreros. Facilitando la conectividad de los bosques en el paisaje rural y contribuyen al control de la erosión. Pueden ser de una sola o de varias especies, nativas o introducidas (Fernández, 2013).

##### **c. Barreras rompe vientos en paisajes ganaderos**

Son similares a las cercas vivas pero las filas de árboles son dobles o triples, de por lo menos dos a cuatro estratos (pisos), y se disponen en forma perpendicular a la dirección de los vientos que desecan los pastos. Cuando se utilizan masivamente en varias fincas pueden lograr un cambio en el microclima local. (Fernández, 2013)

#### **d. Bancos Mixtos de Forraje (BMF)**

Este tipo de SSP se compone de varias especies arbóreas y arbustivas sembradas y manejadas en alta densidad (más de 10.000 por hectárea) cuyo propósito es obtener follajes (hojas y ramas verdes) para la alimentación de los animales. Normalmente, comparten áreas vecinas con pastos de corte, caña forrajera y cultivos similares que son utilizados en corte, acarreo y picado, para uso fresco o conservación mediante secado (harinas) o ensilaje (Fernández, 2013).

Estos sistemas se caracterizan por generar elevados contenidos de proteína, vitaminas y algunos minerales, que complementan la dieta ganadera básica, rica en fibras (energía). En lo posible, deben estar constituidos por varias especies y asociarse con cultivos de consumo humano, árboles frutales, maderables y palmas.

#### **e. Sistema Silvopastoril Intensivo (SSPi) o de alta densidad arbórea.**

El Sistema Silvopastoril Intensivo (SSPi) es un arreglo agroforestal pecuario donde se cultivan arbustos forrajeros en alta densidad (mayor a 7.000 por hectárea) para ramoneo directo del ganado, asociados siempre con pastos mejorados y cantidades variables de árboles maderables, frutales o de otro tipo (25 a 500 ha). Se caracteriza por la muy alta producción natural de biomasa forrajera, a su vez logra mantener elevadas cargas de ganado bovino de carne, leche, o doble propósito además de cría especializada, así como de búfalos, ovinos y cabras (Fernández, 2013).

### **1.3.4 Especies a ser utilizadas.**

Para el presente proyecto se utilizará las siguientes especies: Teca, algarrobo y leucaena.

#### **1.3.4.1 Teca ( *Tectona grandis* Linn F )**

La teca ( *Tectona grandis* Linn F ) es una de las principales maderas que existen en el mundo, reputada por su color claro, su excelente fibra y su durabilidad. Sólo se da de forma natural en la India, Myanmar, la República Democrática Popular Lao y Tailandia, y se ha aclimatado en Java (Indonesia), donde probablemente se introdujo de 400 a 600 años atrás, También se ha establecido en toda la zona tropical de Asia, en el África tropical (Côte d'Ivoire, Nigeria, Sierra Leona, la República Unida de Tanzania y Togo) y en América Latina y el Caribe (Costa Rica,

Colombia, Ecuador, El Salvador, Panamá, Trinidad y Tobago y Venezuela) (Pandey y Brown, 2000).

Es la madera más solicitada para un mercado específico de aplicaciones, como: la fabricación de muebles, barcos y de componentes decorativos para la construcción. Además en la actualidad es usada en los sistemas silvopastoriles, por ser una madera muy apetecida.

#### **1.3.4.2 Algarrobo (*Prosopis juliflora* (Sw.)).**

El algarrobo (*Prosopis pallida* (Sw.)) es un árbol multipropósito, denominado "rey del desierto", por los diversos beneficios directos e indirectos que proporciona. Su fruto posee una alta calidad nutritiva, por presentar, en promedio, de 9 al 14% de proteínas, 50% de extracto no nitrogenado, 20% de fibra, 3% de cenizas y buen contenido de vitaminas, minerales y carbohidratos (FAO, 2011).

La semilla es rica en proteínas y grasas, y la cáscara en fibra. Las flores constituyen un excelente recurso para la actividad apícola, para la producción de miel, jalea, polen y cera (Carranza, 2012).

#### **1.3.4.3 Leucaena (*Leucaena leucocephala*)**

La leucaena (*Leucaena leucocephala*) es una leguminosa arbustiva forrajera que se adapta a zonas tropicales y subtropicales, con precipitación pluvial que oscila entre 500 y 3000 mm/año. En el crecimiento la leucaena es muy importante, si se toma en cuenta que las leguminosas en general se comportan con una baja tasa de crecimiento, dado que poseen un metabolismo que las hace poco eficientes en la conversión de CO<sub>2</sub>, en carbohidratos, compuestos carbonados, necesarios para la formación de nuevos tejidos y órganos en la planta (Sánchez, 1993)..

Una vez establecida, esta leguminosa es altamente competitiva, dada la capacidad que tiene para generar nuevos tejidos, aun en condiciones climáticas extremas. Las leguminosas se caracterizan por tener mayor valor nutritivo que las gramíneas y más estables con la maduración de la planta.

Su contenido de proteína cruda oscila entre el 12 % a 25 %, y la digestibilidad de 65 a 85 %, haciéndola favorita en la dieta del ganado, obteniendo ganancias de peso hasta 700 g/animal/día (Rodríguez 2013).

# CAPITULO 2

## 2. METODOLOGÍA DEL DISEÑO

El proyecto tendrá dos etapas, la primera que consistió en realizar un diagnóstico inicial del área de intervención, y la segunda diseñar el vivero, sistema de riego para las plántulas y el sistema silvopastoril.

Para esto se efectuó una visita técnica al Proyecto HUELLA ECOLÓGICA, para conocer las fortalezas y deficiencias que posee. Además se hizo un recorrido por el CENAE, para evaluar las condiciones con las que se cuenta para diseñar el proyecto.

La fase de vivero se realizará en las instalaciones del proyecto HUELLA ECOLÓGICA, en esta área se procederá a la replicación de las especies a ser utilizadas, mientras que la fase de implementación del proyecto se efectuará en el CENAE, para esto se diseña un sistema silvopastoril.

### 2.1 Situación actual del proyecto HUELLA ECOLÓGICA

#### 2.1.1 Ubicación

El proyecto HUELLA ECOLÓGICA está ubicado dentro del Campus Gustavo Galindo – ESPOL, a una altura de 112 msnm, de acuerdo a la clasificación de Holdridge pertenece a una región seca tropical, con una temperatura anual promedio de 24<sup>0</sup>C, y precipitación de 1000 mm/año, Situado geográficamente entre la coordenadas 02°09'07.86” Latitud Sur y 79°57'38.56” de Longitud Oeste, a 112 msnm (Figura 1).



Figura 1 Vista satelital del vivero de la ESPOL (Fuente Google Earth, 2015)

### 2.1.2 Estaciones del proyecto

El proyecto “HUELLA ECOLÓGICA”, contempla algunas estaciones que son las siguientes:

**Papel Reciclado:** En esta área se recicla el papel, que es sometido a un proceso de licuado para su posterior uso.

**Compostaje:** Los residuos orgánicos que se generan dentro del Campus de la ESPOL son trasladados hasta esta área, donde son procesados y convertidos en abono orgánico, para posteriormente utilizarlo como fertilizante.

**Vivero:** El proyecto en su etapa inicial, contaba con infraestructura para la propagación de especies forestales, sin embargo con el pasar del tiempo estas instalaciones se han deteriorado.

**Biol:** Esta área se destina para la producción de Biol, que es usado como fertilizante orgánico para las plantas.

**Reciclado de plásticos:** Es un área de centro de acopio, donde se recolectan botellas plásticas, las cuales son sometidas a un proceso de triturado, para su posterior uso como materia prima.

## 2.2 Situación actual de el CENAE

El CENAE es un área para complementar la formación práctica de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Agrícola y Biológica de la FIMCP (Chica E., 2011).

### 2.2.1 Ubicación

La segunda etapa del proyecto será realizada en el Centro Experimental de Enseñanza Agropecuaria de la ESPOL (CENAE), está localizado en el campus Gustavo Galindo en el Km. 30.5 de la Vía Perimetral, en el cantón Guayaquil, provincia del Guayas. Situado geográficamente entre la coordenadas 02008'28" Latitud Sur y 79057'42" de Longitud Oeste, a 4 msnm (Figura 2).



Figura 2 vista satelital del campo de prácticas CENAE (Fuente: Google Earth, 2015)

### 2.2.2. Superficie

El CENAE cuenta con 5 ha, que son utilizadas para la producción de cultivos, tanto para prácticas de aprendizaje de los estudiantes, como para la producción y posterior venta de productos. El centro de enseñanza también cuenta con un área de potrero, una albarrada, una casa sombra y un área de galpón.

### **2.2.3 Topografía**

El Centro tiene una topografía irregular; predominando un área plana, donde se localiza el área de producción, completando con bosque seco característico de la zona.

### **2.2.4 Suelo**

El CENAE tiene un tipo de suelo erosionado, con una capa arable muy delgada, sumada a la poca tecnología con la que se cuenta, es muy difícil establecer sistemas de producción intensiva de cultivos.

### **2.2.5 Producción**

Debido a la naturaleza del suelo el centro de aprendizaje, tiene potencialidad para la siembra de árboles frutales como mango, guayaba, ciruela, papaya, grosella o chirimoya. Además se han establecido cultivos como cacao, banano y café. En relación a los cultivos de ciclo corto, hay una larga trayectoria en especial en cultivos hortícolas tales como: tomate, sandía, melón, pepino, pimiento y maíz. Por otro lado, la producción de animales (cerdos y pollos) es un importante rubro que puede ser explotado en las instalaciones del CENAE, aprovechando las estructuras habientes y la cercanía del campus a la ciudad, lo cual será una gran ventaja en la comercialización.

## **2.3 Ingeniería del proyecto**

A continuación se detalla como se realizará el diseño del proyecto.

### **2.3.1 Etapa de vivero**

#### **2.3.1.1 Ubicación**

El vivero se ubicará en las instalaciones del proyecto HUELLA ECOLÓGICA - ESPOL ubicado en el campus Gustavo Galindo.

#### **2.3.1.2 Diseño del vivero**

El diseño se lo realizó mediante el uso del software AutoCAD 2011, para esto se procedió a tomar sus dimensiones las cuales son 8 m de ancho, 12.70 m de largo y 2.20 m. de alto., El vivero tendrá 5 camas en las cuales se desarrolla la propagación de las especies, cuyas dimensiones serán 0.95 m de ancho, y 11.50 m de largo, (Figura 3 y 4).

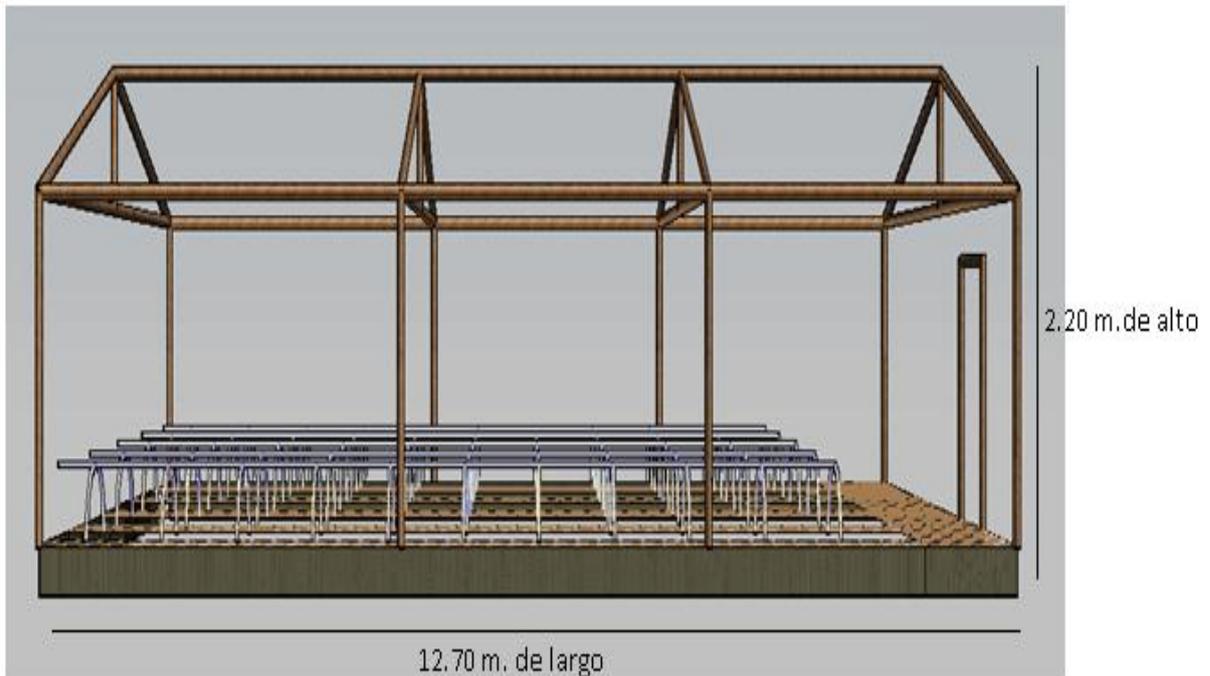


Figura 3 Vista lateral del vivero. (Fuente: Elaborado por el autor)

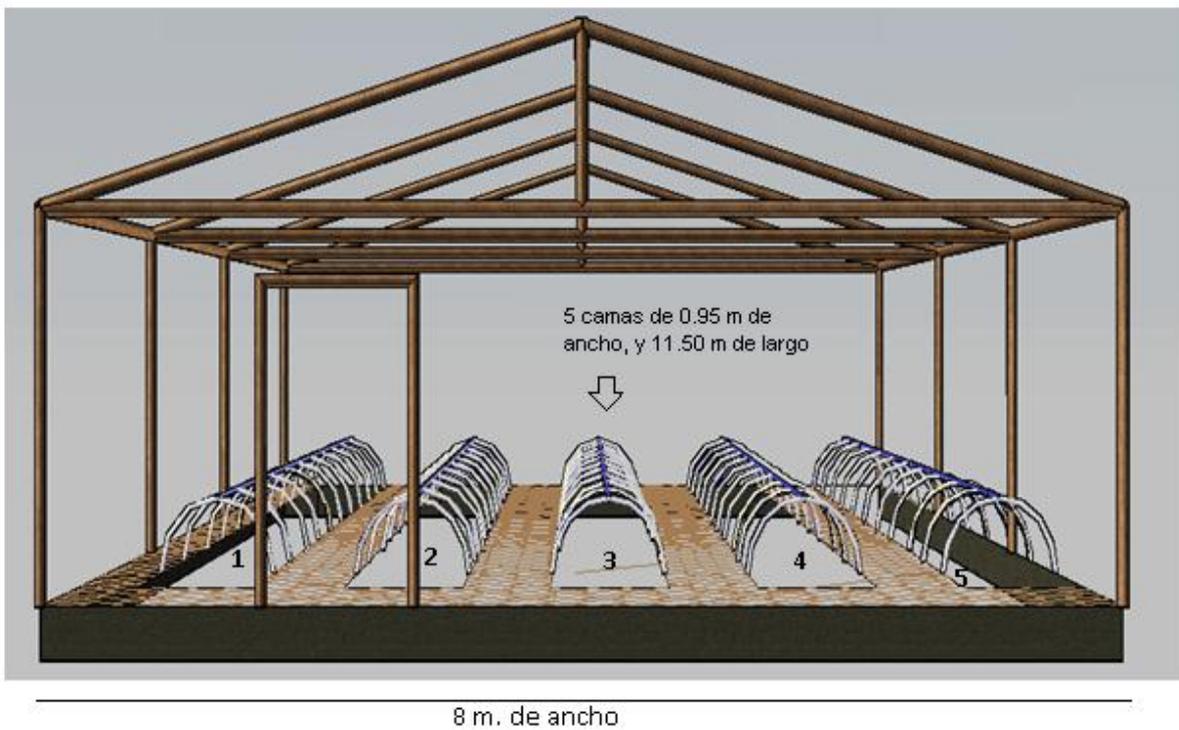


Figura 4 Vista frontal del vivero. (Fuente: Elaborado por el autor)

### 2.3.1.3 Materiales para la construcción

Para realizar la construcción, se necesitará materiales tales como: caña guadua, cuartones, alambre, saran, latillas de caña, arcos de caña, alambre, piola, machete, playo, barreta etc, los costos de estos materiales se encuentran en el análisis financiero. Se considera, para este diseño, el sarán de un porcentaje de 50% de sombra.

### 2.3.1.4 Diseño del sistema de riego

El riego se realizará por el sistema de microaspersión, el cual se ubicará en medio de las camas, logrando un riego uniforme. Para el diseño de este proyecto se cuenta con un tanque elevado, bomba y una manguera que conduce del tanque al vivero. Se detallan especificaciones para el sistema de riego.

Un rollo de manguera PE 4x6.5 mm	= 500 metros
Conectores dentados espiralados 6 MM	= 60 unidades
Estacas supernet	= 60 unidades
Aspersores LRD-espiralado 35 L/H –cabeza	= 60 unidades

A continuación se muestra el sistema de riego a ser implementado en el vivero (Figura 5).

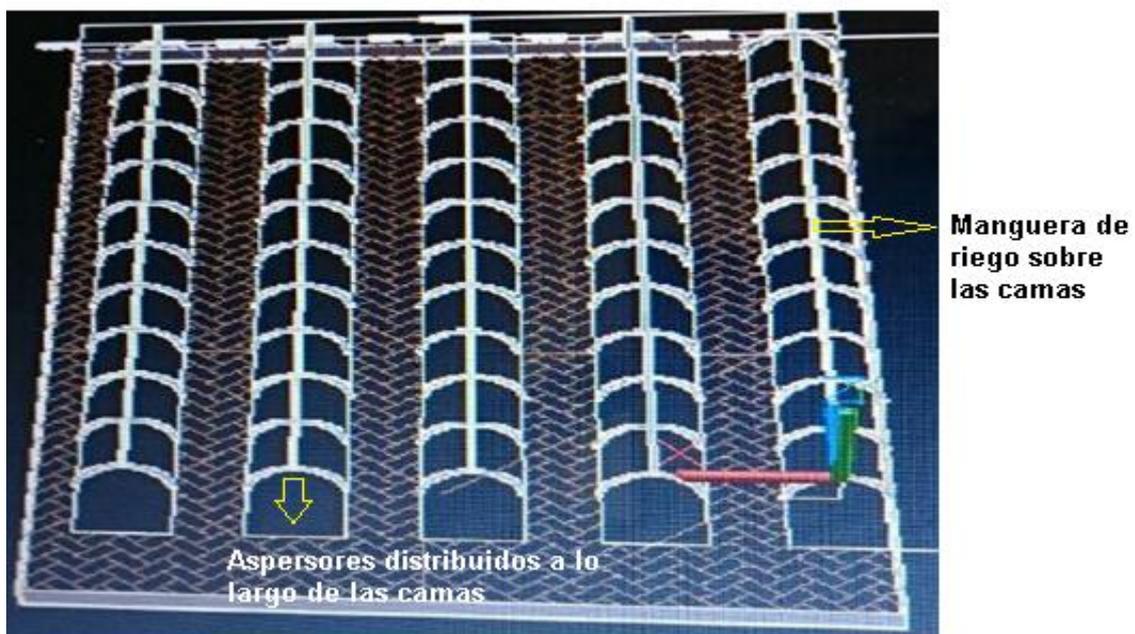


Figura 5 Sistema de riego para implementar en el vivero. (Fuente: Elaborado por el autor)

## 2.3.2 Propagación de las especies forestales

### 2.3.2.1 Obtención de semilla

Las semillas se las puede recolectar en el mismo lugar de estudio, o se puede optar por comprar semilla certificada, lo cual influye en la calidad de plántulas que se van a obtener.

### 2.3.2.2 Materiales para germinación

Para realizar el proceso de germinación se debe usar algunos materiales entre ellos, el sustrato que estará compuesto de arcilla, arena y cascarilla, en una relación de 40 %, 40 %, 20 % respectivamente. Además se debe tener en cuenta las fundas para el repique, las medidas pueden ser la siguientes 14 x 20 cm o 14 x 25 cm.

### 2.3.2.3 Escarificación de la semilla

Las tres especies a emplearse en el proyecto, tienen la particularidad que la anatomía de sus semillas impide la fácil escarificación, sin embargo se puede proceder a tratamientos pre germinativos.

**Teca:** La semilla, previo a la siembra, se debe proceder a su inmersión en agua durante la noche y en el día, exponerla al sol. Este proceso se lo realiza por el tiempo de 12 días.

**Algarrobo:** La semilla antes de la siembra se procede al tratamiento en agua a 75 °C durante 1 a 3 minutos.

**Leucaena:** La semilla debe procederse a la inmersión en agua a 80 °C, en un tiempo estimado de 1 a 3 minutos y después ser remojada con agua fría durante 24 horas.

### 2.3.2.4 Tiempo de germinación de la semilla

**Teca:** La germinación inicia a los 10 días. El repique se lo realiza cuando la plántula tiene unos 3 cm. Puede permanecer de 3 a 4 meses hasta que tenga una altura de 20 a 25 cm.

**Algarrobo:** La germinación comienza a los 5 días. El trasplante se lo realiza cuando la planta tenga 20 a 30 cm de altura.

**Leucaena:** La germinación empieza a los 5 días, el repique se lo realiza cuando tenga la planta de 2 a 8 cm, y el trasplante al terreno definitivo cuando la altura este entre 12 cm a 25 cm.

### 2.3.2.5 Cantidad de plantas a producirse en el vivero

#### Cantidad e intervalo de producción.

La cantidad de plantas a ser producidas en el vivero está en relación al diseño silvopastoril, y a las dimensiones del vivero, teniendo en cuenta esta información tenemos la siguiente cantidad de plantas a producirse en el vivero.

**Leucaena:** 670 arbustos

**Algarrobo:** 40 árboles

**Teca:** 65 árboles

El intervalo de producción es de 4 ciclos al año teniendo en cuenta que el tiempo promedio de estadía en el vivero es de alrededor de 3 meses.

### 2.3.3 Diseño silvopastoril

El diseño se lo realizó mediante el uso del software AutoCAD 2011, previa georeferenciación del lugar (Figura 2).

#### 2.3.3.1 Distribución espacial de las especies

El diseño silvopastoril se basó de acuerdo a las especies forestales y uso que se les dará. En la Figura 6 se muestra la distribución espacial de las arboles y arbustos

**a. Teca:** La distribución a ser empleada en el diseño, es de una hilera simple en el perímetro del área, a una distancia de 10m cada árbol, esto evitará que los árboles no interfieran en el crecimiento de los arbustos de leucaena (*Leucaena leucocephala*), además de disminuir la acumulación de hojarasca y de esta forma se reducir el riesgo de ocasionar un incendio.

**b. Algarrobo:** Se los plantará en las esquinas de cada módulo, a una distancia de 36 x 54 m. este distanciamiento permitirá brindar un área

para sombramiento de los animales en pastoreo en días de mayor radiación solar. Además de servir sus vainas como alimento.

**c. Leucaena:** Se plantará en hileras triples a una distancia de 1 x 1 m entre plantas y 14m entre callejones, esta distribución permitirá que los animales en pastoreo consuman su área foliar durante el tiempo que permanezcan en cada piquete.

El diseño silvopastoril también contara con áreas de cultivos de leguminosas, evaluación agrícola y cultivos de leguminosas.

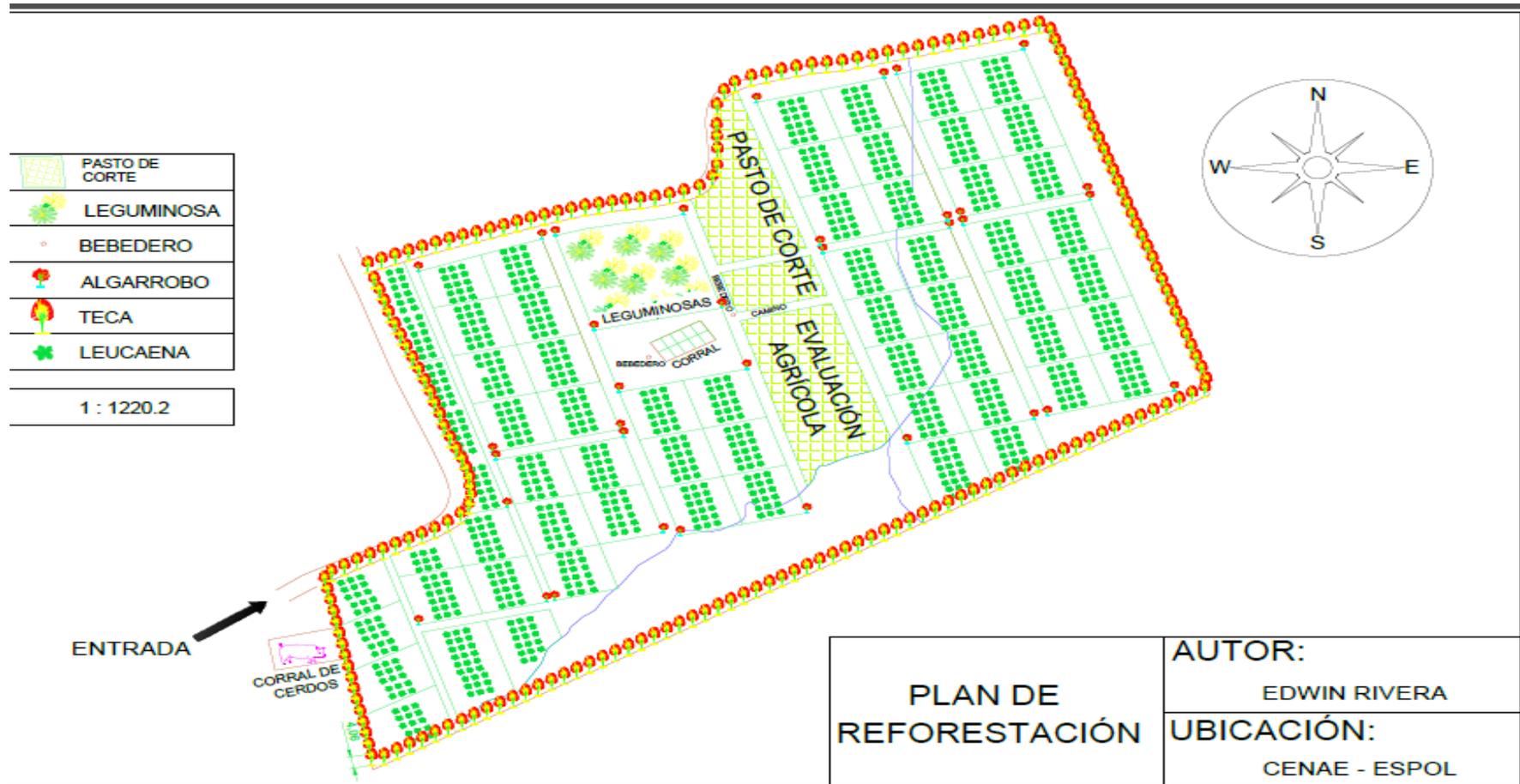


Figura 6 Diseño del sistema silvopastoril para el CENAE. (Fuente: Elaborado por el autor)

## 2.4 Análisis Financiero

El análisis financiero será enfocado en dos variables, los primeros costos de producción y operación y la segunda en ingresos por venta de madera y venta de las plántulas.

## 2.5 Costos de producción

El proyecto se iniciará desde el diseño del vivero, esto se conoce como costos de producción, a continuación se detalla los materiales y sus respectivos valores. (Cuadro 1).

Cuadro 1 Costos del diseño del vivero.

Materiales	Unidad	Cantidad	Valor U.	Valor total
Estructura	Cañas	16	\$ 2,50	\$ 40,00
Platabanda	Cañas	20	\$ 2,50	\$ 50,00
Aspersores	Cañas	2	\$ 2,50	\$ 5,00
Estacas	Cuartones	10	\$ 3,00	\$ 30,00
Sarán	Rollo	1	\$ 200,00	\$ 200,00
Clavos	Libra	5	\$ 2,00	\$ 10,00
Alambre	Rollo	2	\$ 5,00	\$ 10,00
Piola	Rollo	1	\$ 8,00	\$ 8,00
SERRUCHO		1	\$ 6,00	\$ 6,00
Cinta métrica		1	\$ 6,00	\$ 6,00
Rastrillo		1	\$ 6,00	\$ 6,00
Martillo		1	\$ 5,00	\$ 5,00
Machete		1	\$ 7,00	\$ 7,00
Pala		1	\$ 8,00	\$ 8,00
Barreta		1	\$ 15,00	\$ 15,00
Transporte				\$ 20,00
Mano de obra				\$ 150,00
Sistema de riego				\$ 363,83
<b>TOTAL</b>				<b>\$ 899,83</b>

## 2.6 Costos de Operación

Luego de diseñar el vivero, se procede a la propagación de las especies, entre las actividades que se programan, son la preparación del sustrato, el llenado de fundas y el repique, a continuación se presentan los valores que se generan (Cuadro 2).

Cuadro 2 Costos de propagación de las plántulas.

Propagación de plántulas 4 ciclos				
Llenado de fundas y repique	Unidad	Cantidad	Valor U.	Valor total
Arcilla	m3	3	\$ 6,00	\$ 18,00
Arena	m3	6	\$ 10,00	\$ 60,00
Cascarilla	m3	5	\$ 12,00	\$ 60,00
Fundas para repique		5000	\$ 0,05	\$ 250,00
Siembra en vivero	jornal	48	\$ 10,00	\$ 480,00
Repique en vivero	jornal	48	\$ 10,00	\$ 480,00
Propagación de semilla	jornal	48	\$ 10,00	\$ 480,00
Recolección de semilla	Jornal	48	\$ 10,00	\$ 480,00
TOTAL				\$ 1.828,00

## 2.7 Costos de Instalación

Al finalizar la fase de vivero, se procede a la instalación de la plantación, se recomienda realizar algunas actividades como son: desmalezado, marcación, hoyado, para ejecutarlas se debe adquirir algunas herramientas, se presentan los costos que genera esta actividad (Cuadro 3).

Cuadro 3. Costos de instalación de la plantación.

Instalación de la plantación				
Implementos	Unidad	cantidad	Valor U.	Valor total
Motosierra		1	\$ 1.200,00	\$ 1.200,00
Hoyadora		2	\$ 15,00	\$ 30,00
Trasplante	Jornal	6	\$ 10,00	\$ 60,00
Deshierba	Jornal	5	\$ 10,00	\$ 50,00
Hoyado	Jornal	5	\$ 10,00	\$ 50,00
Transporte	Flete	2	\$20,00	\$ 40,00
TOTAL				\$ 1.430,00

## 2.8 Ingresos por venta de plántulas

Para estimar las ganancias por la venta de plántulas se contabilizó el número de árboles de las tres especies a ser usadas en el proyecto.

Teca= 65

Leucaena= 670

Algarrobo= 40

Teniendo en cuenta el número de árboles, a ser usados, se proyectaron las ganancias con un valor inicial de \$ 0.25 por plántula, se pueden realizar 4 ciclos de propagación al año, a continuación se describe los ingresos por venta de plántulas en un ciclo (Cuadro 4).

Cuadro 4 Ingreso aproximado en venta de plántulas.

Venta de plántulas					
Especie	Unidad	Cantidad	Valor U.		Valor total
Teca	Plántula	65	\$ 0,25	\$	16,25
Algarrobo	Plántula	40	\$ 0,25	\$	10,00
Leucaena	Plántula	670	\$ 0,25	\$	167,50
TOTAL				\$	183,75

## 2.9 Ingresos por venta de madera

Para estimar los ingresos por la venta de madera, se consideraron las siguientes variables: el valor de rendimiento por árbol a los 20 años de producción es de 1.5 m<sup>3</sup>, el número de árboles es de 65 y el precio del metro cúbico, que en la actualidad está en \$ 250, con estas observaciones se efectuó un aproximado de ganancias.

Cuadro 5 Ingreso aproximado en venta de madera de teca a los 20 años

Venta de madera TECA a los 20 años					
Especie	Unidad m3	Cantidad	Valor U.		Valor total
Teca					
65	1,5	97.5	\$ 250,00	\$	24.375,00
TOTAL				\$	24.375,00

## 2.10 Flujo de caja

La inversión total para desarrollar el proyecto es de \$ 4.058,33, cuyo valor puede ser financiado entidad estatal o privada. Para conocer la rentabilidad económica del proyecto, se realizó una proyección a 5 años, considerando como egresos los costos de producción, operación e instalación y como ingresos los valores por la venta de plántulas.

Para realizar la proyección se tomó en cuenta dos variables en los ingresos como son: un incremento anual de \$ 0.05 por venta de cada plántula y el aumento en la producción de plántulas del 40% a partir del tercer año y en los egresos un incremento del 0.05 %, en los costos de producción (Cuadro 6).

Cuadro 6 Flujo de caja proyectado a cinco años.

	FLUJO DE CAJA					
	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
<b>INGRESOS</b>						
P.V.P.		\$ 0,25	\$ 0,30	\$ 0,35	\$ 0,40	\$ 0,45
Plántulas Vendidas 2500 4 ciclos al año		10000	10000	10400	10800	11200
<b>INGRESOS NETOS.</b>	\$ 0,00	\$ 2.500,00	\$ 3.000,00	\$ 3.640,00	\$ 4.320,00	\$ 5.040,00
<b>EGRESOS</b>						
<b>COSTOS DE PRODUCCIÓN</b>	\$ 899,83					
<b>COSTOS DE OPERACIÓN</b>	\$ 1.828,50	\$ 1.919,93	\$ 2.015,92	\$ 2.116,72	\$ 2.222,55	\$ 2.333,68
<b>COSTOS DE INSTALACIÓN</b>	\$ 1.330,00					
<b>TOTAL DE EGRESOS</b>	\$ 4.058,33	\$ 1.919,93	\$ 2.015,92	\$ 2.116,72	\$ 2.222,55	\$ 2.333,68
<b>NETO DISPONIBLE</b>	-\$ 4.058,33	\$ 580,08	\$ 984,08	\$ 1.523,28	\$ 2.097,45	\$ 2.706,32
<b>CAJA FINAL</b>	-\$ 4.058,33	\$ 580,08	\$ 984,08	\$ 1.523,28	\$ 2.097,45	\$ 2.706,32

# CAPÍTULO 3

## 3. RESULTADOS

### 3.1 Componente ambiental

El diseño y la implementación del proyecto, contribuyó al conocimiento de los efectos negativos de la deforestación en el ecosistema de la zona de estudio como la erosión y alteraciones climáticas varias. Además, aportó con alternativas de tipos de sistemas silvopastoriles viables para el CENAE.

### 3.2 Componente académico

El proyecto originó temáticas de estudio, para los estudiantes y docentes de la carrera de Ingeniería Agrícola y Biológica, en el cual podrán desarrollar investigaciones sobre el manejo y rendimiento del ganado, acorde con los sistemas silvopastoriles propuestos, como por ejemplo el manejo de la plantación de teca.

### 3.3 Componente económico

El análisis financiero al realizar el VAN y el TIR, mostro valores positivos lo que indica que el proyecto es económicamente rentable, El valor del VAN fue de \$1.539,77, y del TIR de 21 %.

Cuadro 7 Análisis de TIR y VAN

VAN	\$ 1.539,77
TIR	21%

# CAPÍTULO 4

## CONCLUSIONES

- El diseño y la implementación de un plan de reforestación, ayuda en el ecosistema a disminuir los efectos que ocasiona la deforestación, como son las erosiones, las alteraciones en el clima, brindando una mejor interacción entre las especies, gracias al aumento de la biodiversidad forestal
- Al realizar el análisis de los indicadores financieros del TIR y VAN, se determina, que el proyecto es factible económicamente, al arrojar valores positivos, lo cual nos da una perspectiva de la eficiencia del diseño.
- Un adecuado manejo de un sistema silvopastoril, optimiza la alimentación del ganado, aumentando el rendimiento de peso y producción de leche, generando incremento en las ganancias del productor.

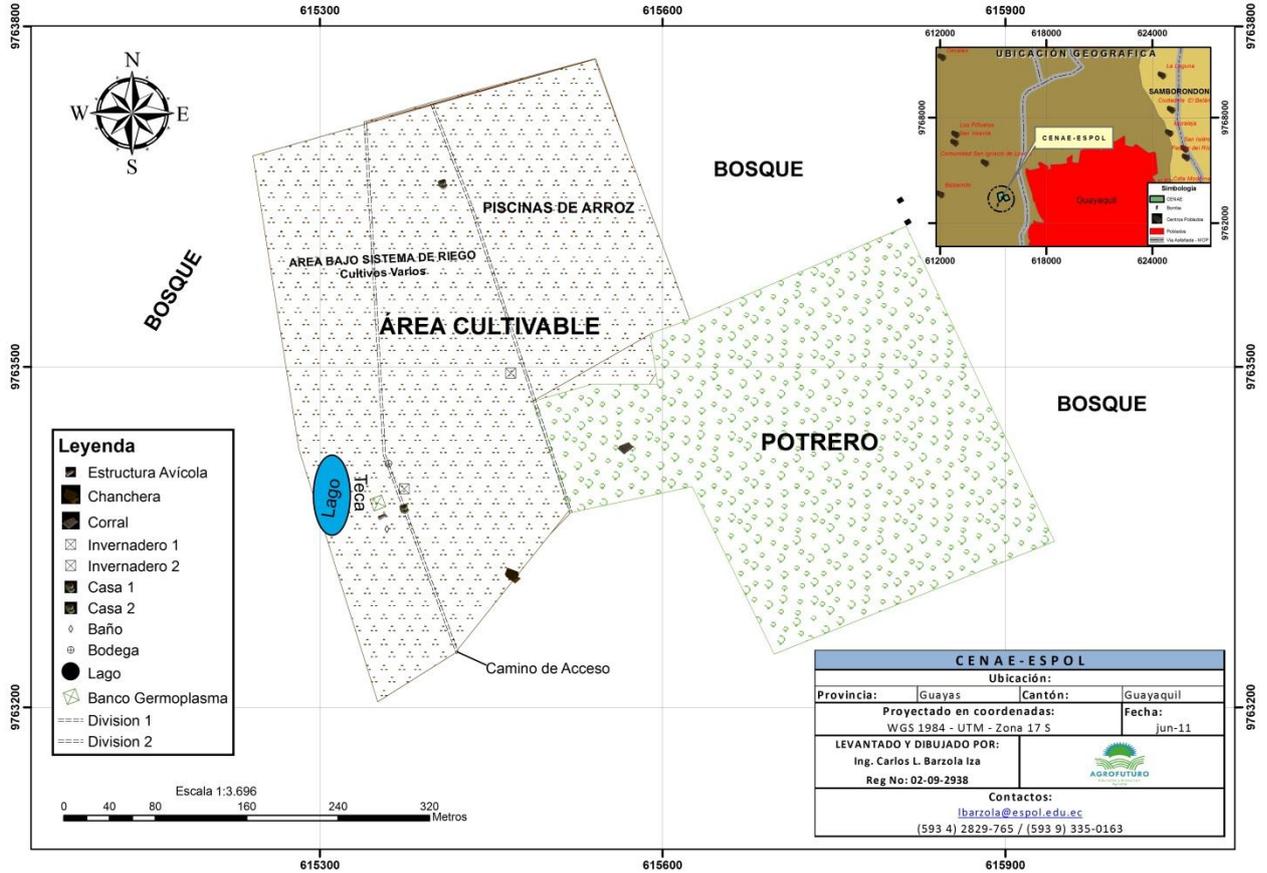
## RECOMENDACIONES

- Para un mejor desarrollo del proyecto, se recomienda la construcción de viveros en la misma área del CENAE, lo que ayudaría al traslado de las especies a campo para su posterior plantación, disminuyendo tiempo y costos de transportación.
- Se recomienda variar el diseño silvopastoril, lo que está relacionado con la distribución espacial de las especies o cambiar las especies que se usa en el proyecto. Esto ayudará a conocer diferentes resultados que se pueden obtener a partir de esta variación.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Alexander Sánchez G. (1993). Potencialidad agronómica de Leucaena. 28 de junio 2015, de FONAIAP Sitio web: [http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas\\_tec/FonaiapDivulga/fd42/texto/potencialidad.htm](http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_tec/FonaiapDivulga/fd42/texto/potencialidad.htm)
2. Carranza. (2012). Importancia del Algarrobo. 25 de Junio 2015, de Redaf Sitio web: <http://redaf.org.ar/wp-content/uploads/2008/02/El-Cultivo-del-Algarrobo.pdf>
3. Chica, E. (2011). Proyecto de reactivacion del Centro de Enseñanza Agropecuaria de la Escuela Superior Politecnica del Litoral (CENAE). ESPOL, Guayaquil.
4. D. Pandey y C. Brown. (2000). La teca: una visión global. 23 de Junio 2015, de FAO Sitio web: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/X4565S/X4565s02.PDF>
5. EFE. (2011). Ecuador registra una de las tasas de deforestación más altas de Latinoamérica. 28 de Junio del 2015, de El Universo Sitio web: <http://www.eluniverso.com/2011/10/01/1/1430/ecuador-registra-tasas-deforestacion-mas-altas-latinoamerica.html>
6. FAO. (2012). REFORESTACION. 20 de junio del 2015, de FAO Sitio web: <http://www.fao.org/ag/againfo/programmes/es/lead/toolbox/Tech/6Reaff.htm>
7. FEDEGAN. (2013). SISTEMAS SILVOPASTORILES. 21 DE JUNIO DEL 2015, de SLIDER SHARE Sitio web: [http://es.slideshare.net/Fedegan/sistemas-silvopastoriles-cc?from\\_action=save&from=fblanding](http://es.slideshare.net/Fedegan/sistemas-silvopastoriles-cc?from_action=save&from=fblanding)
8. Fernández. (2013). Sistema Silvopastoril. 22 de Junio 2015, de Insumos agrícolas Sitio web: [http://bioinsumosagric.ucoz.com/\\_ld/1/113\\_sistema-silvopa.pdf](http://bioinsumosagric.ucoz.com/_ld/1/113_sistema-silvopa.pdf)
9. JORGE RIBASKI. (2011). Potencial del Algarrobo (Prosopis juliflora) en sistemas silvopastoriles en el semiárido de Brasil. 25 de Junio 2015, de FAO Sitio web: <http://www.fao.org/docrep/006/y4435s/y4435s0c.htm>
10. Rodríguez. (2013). Especies Forrajeras Multipropósito. 28 de Junio del 2015, de Tropical Forajes Sitio web: <http://www.tropicalforages.info/Multiproposito/key/Multiproposito/Media/Html/Leucaena%20leucocephala.htm>

# ANEXOS



Anexo1. Mapa del CENAE, (Fuente IAB – FIMCP)



**CLIENTE:** ESPOL  
**ATENCIÓN:** EDWIN RIVERA  
**TELÉFONO:** 0981505299      **EMAIL:** edwin2929@gmail.com  
**PROYECTO:**

**FECHA:** 22/06/2015  
**No.:** M00 - 220615  
**REALIZADO:** NETA FIM ECUADOR S.A.  
**CONTACTO:** Bernny Macías C.

PRODUCTOS DE NETA FIM					
SAP	DESCRIPCIÓN	CANT.	P. UNITARIO	TOTAL	OBSERVACIONES
63500-063750	SUPERNET LRD-ESPIRALADO 35 L/H -CABEZA	60	\$ 1,0100	\$ 60,60	
40000-004900	MANGUERA PE 4x6.5 mm - rollo de 500 metros	1	\$ 125,8200	\$ 125,82	
63520-006100	CONECTOR DENTADO/ESPIRALADO 6MM	60	\$ 0,0500	\$ 3,00	
63520-005900	ESTACA AZUL PARA SUPERNET	60	\$ 0,4200	\$ 25,20	
19950-001200	PE BLANK DRIPLINE 16012 400M	400	\$ 0,3312	\$ 132,47	
45000-001320	PERFORADOR 3MM CON MANGO PLASTICO	1	\$ 16,7400	\$ 16,74	

OBSERVACIONES:

COTIZACION VALIDA POR 5 DIAS

DISPONIBILIDAD DE ACUERDO A STOCK EN BODEGA

FORMA DE PAGO: CONTADO

SUBTOTAL SIN IVA	\$ 363,83
IVA 12%	\$ -
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 363,83</b>

**IMPORTANTE.- POR DEVOLUCION DE MATERIAL SE COBRARA UNA PENALIDAD DEL 16% DEL VALOR DEL MATERIAL DEVUELTO POR GASTOS ADMINISTRATIVOS**

Oficina Matriz - Quito:

Vicente Duque 1177-34 y Av. Juan de Selis Telf: (02)2809258

Oficina Guayaquil:

Autopista Terminal - Pascaules, Cota. Acurebis del Río Manzana #32, Solar #08 Centro de Negocios del Río Telf: (04)2132788

[www.netafim.ec](http://www.netafim.ec)

## Anexo 2. Proforma del sistema de riego para el vivero