



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**  
*Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente*

**TRABAJO DE DIPLOMA**

**Evaluación del crecimiento a los dos años y análisis de costo de establecimiento y mantenimiento de plantaciones de especies maderables. Municipio de Camoapa, Boaco.**

**AUTORES**

Br. Lydia López López  
Br. Damaris Oporta Fuentes

**ASESOR**

Ing. Claudio Calero

Managua 25 de Noviembre de 1999

<b>Dedicatoria.....</b>	<b>i</b>
<b>Agradecimiento.....</b>	<b>ii</b>
<b>Indice de cuadros.....</b>	<b>iii</b>
<b>Indice de figuras.....</b>	<b>iv</b>
<b>Indice de anexos.....</b>	<b>v</b>
<b>Resumen.....</b>	<b>vi</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
Objetivo general.....	3
Objetivos específicos.....	3
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>4</b>
2.1. Plantaciones forestales.....	4
2.1.1. El nutrimento en las plantaciones forestales.....	5
2.1.2. Métodos de preparación de terrenos para plantaciones forestales.....	6
2.1.2.1. Métodos manuales.....	6
2.1.2.2. Epocas para establecer plantaciones forestales.....	7
2.1.2.3. Selección del material a plantar.....	7
2.1.3. Factores que intervienen en la selección de especies.....	8
2.1.3.1. Factores del ambiente.....	8
2.1.3.2. Factores de sitio y productividad.....	9
2.1.3.3. Factor costo.....	10
2.1.3.4. Elección del método de reforestación.....	10
2.1.3.5. Productos y beneficios de las plantaciones forestales.....	11
2.2. Costos de establecimiento de plantaciones forestales.....	11
2.3. Fertilización.....	12
2.3.1. Ventajas comparativas.....	13
2.3.2. Momento de la aplicación de los fertilizantes.....	13
2.4. Materia orgánica en el suelo.....	14

2.5. Elementos nutritivos.....	15
2.5.1. Nitrógeno.....	15
2.5.2. Fósforo.....	16
2.5.3. Potasio.....	16
2.6. Síntomas visuales de deficiencia de los elementos nutritivos.....	16
2.7. Propiedades físicas del suelo.....	18
2.8. Propiedades químicas del suelo.....	18
2.9. Textura.....	19
2.10. Descripción de especies.....	19
2.10.1. Pochote	
<i>Bombacopsis quinatum</i> .....	19
2.10.2. Caoba	
<i>Swietenia humilis</i> .....	22
2.10.3. Cedro real	
<i>Cedrela odorata</i> .....	23
2.11. Plagas de las plantaciones forestales.....	24
2.11.1. Barrenador de yemas	
<i>Hypsiphylia grandella</i> .....	24
2.11.2. Gallina ciega	
<i>Phyllophaga ssp</i> .....	26
2.11.3. Zompopos	
<i>Atta ssp</i> .....	26
2.11.4. Ganado.....	26
2.12. Análisis de varianza.....	27
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>28</b>
3.1. Materiales.....	28
3.2. Metodología.....	28
3.2.1. Descripción del área.....	28
3.2.1.1. Ubicación del área.....	28
3.2.1.2. Suelos.....	29
3.2.1.3. Clima.....	30
3.2.1.4. Vegetación.....	30
3.2.1.5. Caracterización de las tres zonas de estudio.....	31
3.2.2. Etapas de recopilación de la información.....	31
3.2.2.1. Criterios utilizados para la selección de especies para las tres zonas.....	31
3.2.2.2. Primera etapa.....	31

3.2.2.3. Segunda etapa.....	32
3.2.3. Procedimiento de levantamiento de la información.....	32
3.2.3.1. Primera fase.....	32
3.2.3.2. Segunda fase.....	33
3.2.4. Procedimiento de análisis.....	33
3.2.5. Levantamiento de la información de sitio.....	34
3.2.6. Levantamiento de datos para el análisis de costo.....	34
<b>IV. RESULTADOS.....</b>	<b>35</b>
4.1. Experiencia de los productores en el manejo de las plantaciones.....	35
4.2. Beneficio económico-ambiental de las plantaciones.....	36
4.3. Porcentaje de mortalidad (1997-1998).....	36
4.4. Promedio en altura y diámetro de las especies evaluadas a nivel del Municipio de Camoapa, 1998.....	38
4.5. Valores comparativos entre zonas.....	39
4.5.1. Análisis de varianza para especies y zonas.....	39
4.5.1.1. Crecimiento en diámetro.....	39
4.5.1.2. Crecimiento en altura.....	41
4.6. Características de los diferentes nutrimentos, pH y materia orgánica del suelo en tres zonas de Camoapa, 1998.....	43
4.7. Costos de establecimiento y estructura del mismo en la zona I, Camoapa.....	45
4.7.1. Costos de establecimiento y mantenimiento de las plantaciones forestales (1996-1998). Zona I, Camoapa.....	45
4.7.2. Estructura de costo para las plantaciones de la zona I, Camoapa.....	46
4.8. Costos de establecimiento y estructura del mismo en la zona II, La Masigue.....	47
4.8.1. Costos de establecimiento y mantenimiento de las plantaciones forestales (1996-1998). Zona II, La Masigue.....	47
4.8.2. Estructura de costo para las plantaciones de la zona II, La Masigue.....	48
4.9. Costos de establecimiento y estructura del mismo en la zona III, La Embajada.....	49
4.9.1. Costos de establecimiento y mantenimiento de las plantaciones forestales (1996-1998). Zona III, La Embajada.....	49
4.9.2. Estructura de costo para las plantaciones de la zona III, La Embajada.....	50
4.10. Comparación del comportamiento de costos en las tres zonas.....	51

**IV. CONCLUSIONES.....52**

**V. RECOMENDACIONES.....53**

**VI. BIBLIOGRAFÍA.....54**

**VII. ANEXOS.....56**

## **DEDICATORIA**

**Este Trabajo de Diploma se la dedicamos a Dios, por iluminar nuestros caminos para seguir adelante y continuar las metas propuestas.**

**A nuestras Familias por el apoyo incondicional que nos brindaron durante la trayectoria de nuestros estudios hasta llegar a ser profesionales útiles para servir a nuestra Patria.**

**Y a todos aquellas personas que colaboraron de una u otra manera en la elaboración del Trabajo de Diploma.**

**GRACIAS.**

## **AGRADECIMIENTO**

**Agradecemos a todas las personas que nos apoyaron en la realización del Trabajo de Diploma en especial al Proyecto de Desarrollo Rural ganadero (PRODEGA), por el financiamiento que nos otorgaron, además al personal técnico que ayudó en el traslado hacia las zonas de evaluación.**

**A los Docentes del Departamento de Manejo de Bosque y Ecosistema de la Universidad nacional Agraria por los conocimientos adquiridos durante nuestros estudios.**

**Agradecemos en especial a los asesores Ing. Claudio Calero González y el Ing. Holmes Aguilar Flores por la asesoría brindada en el campo de la investigación para la realización del Trabajo de Diploma.**

## INDICE DE CUADROS

Cuadro	Pag.
1. Daños causados por algunos agentes biológicos.....	36
2. Valores promedio de la mortalidad en porcentaje de las especies plantadas en 1997-1998.....	37
3. Valores promedio de la mortalidad en porcentaje de las especies por zona.....	37
4. Valores comparativos de altura y diámetro de las tres especies evaluadas en las tres zonas del municipio de Camoapa, 1998.....	38
5. Valores comparativos de altura y diámetro entre las especies evaluadas a nivel de zonas.....	39
6. Cuadro del ANDEVA en diámetro basal.....	40
7. Cálculo de los valores críticos de Duncan para rangos de comparación.....	40
8. Comparación de medias para determinar las diferentes significancias de acuerdo al criterio de Duncan por especie y zona en diámetro.....	40
9. Prueba de medias del diámetro por zona.....	41
10. Tabla del ANDEVA en altura total.....	41
11. Cálculo de los valores críticos de Duncan para diferentes rangos de comparación.....	42
12. Comparación de medias para determinar las diferentes significancias de acuerdo al criterio de Duncan por especie y zona en altura.....	42
13. Prueba de Duncan para la altura por zona.....	42
14. Valores comparativos de los nutrimentos en las tres diferentes zonas en el municipio de Camoapa, 1998.....	44
15. Costos de jornales resultantes de la zona I, 1998.....	45
16. Costos variables de la zona I, 1998.....	46
17. Costos de jornales resultantes de la zona II, 1998.....	47

18. Costos variables de la zona II, 1998.....	48
19. Costos de jornales resultantes de la zona III, 1998.....	49
20. Costos variables de la zona III, 1998.....	50
21. Costos totales por zona a los dos años de establecidas las plantaciones.....	51

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>	<b>Pag.</b>
1. Mapa del Departamento de Boaco con respecto a Nicaragua.....	28
2. Mapa de Departamento de Boaco.....	28
3. Ubicación de las tres zonas de las plantaciones.....	29
4. Isoyetas de las tres zonas del Municipio de Camoapa.....	30
5. Sistema de plantaciones en tres bolillos.....	32
6. Valores comparativos de diámetro y altura promedio de las especies evaluadas.....	38

## INDICE DE ANEXOS

### Anexo

1. Ubicación de las plantaciones de PRODEGA a nivel de toda la región de Boaco.
2. Hoja técnica de campo
3. Hoja de datos evaluativos
4. Rango de clasificación aproximada de nutrimentos en suelos de Nicaragua.
5. Uso potencial del suelo en el Departamento de Boaco

## RESUMEN

Este estudio, se llevó a cabo en plantaciones forestales con tres especies *Bombacopsis quinatum*, *Cedrela odorata* y *Swietenia humilis*, desde el inicio de la plantación hasta los dos años de edad de establecida en el Municipio de Camoapa en tres zonas distintas (Camoapa, La Masigue, La Embajada), Departamento de Boaco.

El propósito del estudio, fue evaluar el crecimiento inicial y costo de establecimiento de tres especies maderables en tres zonas diferentes del Municipio de Camoapa. A través de la revisión de literatura, el concepto de plantación lo define como “el cultivo de árboles forestales técnicamente planeado para la obtención de productos y beneficios de calidad al mismo costo al menor tiempo posible. Evaluación de la plantación: basado en el muestreo bietápico el cual se dividió en dos fases, azarización de las líneas y muestreo sistemático sobre la línea, se consideraron las variables de vigorosidad, diámetro basal y altura total.

Se determinó que la supervivencia fue de 71.3 % con una pérdida del 28.7 % debido al mal manejo de traslado de las pseudoestacas al lugar de las plantaciones, la época inadecuada de plantación (octubre), y ataque de agentes biológicos. La especie que tuvo mayor mortalidad fue *Cedrela odorata* con el 52.1 %.

El comportamiento del crecimiento de las especies evaluadas en las plantaciones de todo el municipio de Camoapa en cuanto a diámetro y altura promedio alcanzada a los dos años, fue de 4.89 cm y en altura de 1.40 m, un incremento medio anual del diámetro de 2.40 cm y de altura de 0.70 m, sobresaliendo el *Bombacopsis quinatum* con un diámetro basal de 5.51 cms con un IMA de 2.4 cm/año, una altura promedio de 1.53 m e IMA de 0.73 m/año. Las especies evaluadas por zona, el diámetro promedio basal obtenido es 5.18 cm un incremento medio de 2.59 cm/año y la altura de 1.54 m con un incremento de 0.76 m/año para la zona I. En la zona II el diámetro es 5.39 cm y su incremento es de 2.69 m/año con una altura de 1.44 m y el incremento 0.71 m/año. En la zona III el diámetro es de 3.91 cm y el incremento es 1.95 cm/año con una altura de 1.22 m y con un incremento de 0.61 cm/año. Además no se encontró ninguna diferencia significativa entre las especies y las zonas tanto en diámetro como en altura, siendo el *Bombacopsis quinatum* en la zona II la de mayor crecimiento con 7.39 cm de diámetro basal, IMA de 3.69 cm/año, altura 1.92 m e IMA de 0.96 m/año.

Los costos variables por manzana para la plantación al año de establecida en la Zona I es de C\$4231, para la zona II, C\$4334 y para la zona III es de C\$4834., esta diferencia se debe al números de manzanas de cada zona y a su ubicación en el Municipio.

Mediante la revisión de las condiciones edafoclimáticas del Municipio son de vocación forestal el suelo predominante es franco arcilloso y la precipitación pluvial varía entre 800-1800 mm/año, con los resultados del estudio de crecimiento obtenido se llegó a la conclusión de que los suelos son aptos para plantaciones ya que el diámetro y altura de las especies es satisfactoria y correspondientes a la edad forestal.

En síntesis, las plantaciones forestales se establecen para abastecer productos forestales (leña, madera, pulpa, poste), además favorecen la rehabilitación y estabilización de los suelos.

## 1. INTRODUCCION

El Departamento de Boaco tiene una superficie de 424 mil hectáreas (4 240 km<sup>2</sup>), de las cuales, un 50 % son de vocación forestal y de tierras aptas para la conservación de la flora y la fauna. Frente a esa característica del uso potencial de los suelos, se presenta una realidad generada por el proceso de desarrollo económico de la entidad, el cual se basa principalmente en la ganadería y en menor medida, en la producción de granos básicos, estas características han sido las determinantes para que se sustituyan bosques en suelos de vocación forestal, por pastos que mantienen un hato manejado con tecnología de carácter extensivo y suelos destinados a maíz, arroz y frijol (Zamora, 1997).

Los suelos aptos para la actividad pecuaria o cultivos de pastos suman un total de 99 mil hectáreas (990 km<sup>2</sup>), mientras que la superficie sembrada en la actualidad es de más de 200 mil hectáreas (2 000 km<sup>2</sup>), por su parte los bosques sean estos densos o ralos sólo están en 116 mil hectáreas (1 160 km<sup>2</sup>), es decir, en un 23% de las tierras, frente a un 50% que son de vocación forestal (Zamora, 1997).

El Municipio de Camoapa, se encuentra localizado al Sur-Este del departamento de Boaco. Tradicionalmente ganadero cuya producción de carne y leche representa una parte significativa de la producción nacional, por sus características productivas y ubicación el municipio tiene gran importancia desde el punto de vista político, económico y social en el ámbito nacional. A pesar de ser tradicionalmente pecuario, posee un clima agradable, pero existen problemas serios de erosión debido a la ganadería extensiva, sobrepastoreo y las prácticas tradicionales de producción que consideran necesarias, las quemas en cada ciclo agrícola, además del despale causado por la ganadería extensiva causando perjuicio en las cuencas hidrográficas, dificultando la infiltración del agua de las lluvias en el suelo y favoreciendo el arrastre del nutrimento (Aragón, 1995).

Es interesante saber que la vocación principal del municipio es forestal, ya que hasta el 46% de la superficie puede sostener una producción forestal extensiva o en combinación con pastos. Por otro lado solo el 11.2% tiene aptitudes principalmente agrícolas y de estas, apenas un 1.9% no tiene limitaciones para la agricultura. Actualmente el uso pecuario alcanza el 69.7% de la superficie, mientras que el uso forestal es sólo el 24.4%. Esto indica que hay una fuerte sobreutilización de la tierra y que esta situación es insostenible, es característico encontrar frecuentemente productores con fincas con una extensión de 200 a 400 mz. con un hato ganadero de apenas 50 cabezas de ganado. (Travissany, 1997).

El proceso de deforestación tiene repercusiones severas sobre el medio ambiente, pues propicia en primer lugar la erosión de los suelos, provocan cambios significativos en la composición de la vegetación y como consecuencia de ello, modificaciones de las condiciones climáticas. Sus efectos sobre los recursos hídricos son asimismo graves, pues al desaparecer la capa forestal, se reducen e incluso, desaparecen los mantos de agua, superficiales y subterráneas (Zamora, 1997).

Con este estudio se quiere demostrar que a través de prácticas forestales se da respuesta al deterioro ambiental y el mejoramiento de la canasta productiva al implementar por parte del Proyecto de Desarrollo Ganadero (PRODEGA), el establecimiento de plantaciones forestales con especies maderables (Anexo 1), con el fin de ampliar la producción en las fincas ganaderas de Camoapa y con esta misma finalidad se ha realizado una evaluación de la dinámica de crecimiento de las plantaciones establecidas en las fincas del municipio de Camoapa, compuestos principalmente por *Bombacopsis quinatum*, *Cedrela odorata* y *Swietenia humilis*.

## **OBJETIVO GENERAL**

- Evaluar el crecimiento inicial, lo mismo que los costos de establecimiento y mantenimiento de 3 especies maderables en 3 zonas diferentes del municipio de Camoapa, Departamento de Boaco.

## **Objetivos específicos**

- Evaluar la mortalidad de 3 especies forestales maderables en tres zonas del Municipio de Camoapa.
- Evaluar el comportamiento dasométrico del diámetro basal y altura total de tres especies a los dos años de edad.
- Identificar las características del sitio que inciden en el crecimiento de las especies en las tres zonas diferentes de estudio.
- Determinar la estructura de costo de establecimiento y mantenimiento de las plantaciones.

## II. REVISION DE LITERATURA

### 2.1. Plantaciones forestales

La plantación forestal es el cultivo de árboles forestales técnicamente planeado para la obtención de productos y beneficios forestales de calidad al mínimo costo y en menor tiempo posible (Rojas, 1997)

Según Rojas (1997), los objetivos de las plantaciones forestales son:

- Producción de leña.
- Producción de madera para aserríos.
- Producción de árboles de Navidad.
- Establecimiento de sistema agroforestales.
- Plantaciones ornamentales en áreas urbanas.
- Plantaciones para protección de suelos, cuencas y otros tipos de protección.

Gran parte del éxito depende de lo bien que se establece y atienden las plantaciones forestales durante los primeros años. En plantaciones forestales bien establecidas los costos de mantenimiento y manejo serán generalmente menores (Rojas, 1997).

En síntesis, las plantaciones forestales se establecen porque: son una modalidad técnicamente probada para abastecer productos forestales (leña, madera, pulpa, postes), además, favorecen la rehabilitación, estabilización y protección de suelos (De las Salas, 1987).

La experiencia de los últimos 50 años en países de la zona templada, ha demostrado que el manejo forestal, basado únicamente en los tratamientos silviculturales, necesita también conocer los efectos del suelo sobre el rendimiento de las plantaciones. Hoy, se conocen los requerimientos nutricionales y las exigencias de sitio de las especies forestales

utilizadas ampliamente en programas de reforestación. En los trópicos llegar a este conocimiento es naturalmente mucho más difícil, por que existe una considerable variación en los suelos, el clima y las mismas especies (De las Salas, 1987).

### **2.1.1. El nutrimento en las plantaciones forestales**

Según De las Salas (1987), para mejorar el crecimiento de las especies forestales adaptadas al trópico, es necesario estudiar las relaciones entre el árbol y factores del sitio o ambiente. Esta tarea debe emprenderse, considerando el problema nutricional, desde varios aspectos: suelo, planta y deficiencia nutricionales, los estudios correspondientes deberán incluir:

- Reconocimiento del suelo y su clasificación como sitio para plantaciones forestales.
- Análisis de suelo y foliares, desarrollando correlaciones entre la concentración de nutrimento y el crecimiento como un elemento de referencia a comprobar con datos experimentales de campo.
- Bioensayos (o ensayos de macetas) que utilicen la técnica del elemento faltante con el objeto de detectar deficiencia nutricionales y niveles críticos en el follaje de las especies en su etapa inicial de desarrollo. Estos Bioensayos deben servir como punto de apoyo para el reconocimiento de la demanda de nutrimento del arbolito mientras se conducen ensayos de campo.
- Ensayos de campo de corta duración (2 a 5 años) que usen diseños experimentales para obtener información básica cuantitativa sobre la demanda de nutrimento de las especies forestales y su efecto sobre los parámetros de crecimiento.
- Ensayos de campo de larga duración (más de 5 años) diseñados para la obtención de información sobre el rendimiento de las plantaciones y los costos de los tratamientos que han aprobado ser efectivos en el incremento de la producción y/o mejoramiento del sitio.

## 2.1.2. Métodos de preparación de terrenos para plantaciones forestales

La práctica de preparación del terreno empleando métodos manuales es el sistema más antiguo y hoy día sigue siendo el más frecuentemente empleado, sin embargo, en la actualidad, la tecnología y la dificultad para la consecución de la mano de obra reaccionan cambios urgentes (Rojas, 1997).

### 2.1.2.1. Métodos manuales

Según Rojas (1997), los métodos manuales para la preparación de los terrenos a reforestar deben emplearse en las siguientes condiciones:

- Cuando la cubierta del terreno exige que la alteración del suelo sea mínima, debida a sus riesgos de erosión.
- Cuando hay mano de obra abundante, barata y eficiente o en algunos casos, cuando sería deseable, desde el punto de vista social, emplear mano de obra en vez de otras alternativas.
- Cuando no se dispone de maquinaria o cuando el terreno es demasiado quebrado, rocoso, húmedo o cualquier otra razón que limite el funcionamiento de la maquinaria.
- Cuando el área de reforestación es pequeña el método de preparación de sitios es manual debido a que la especie es capaz de crecer adecuadamente en dichos terrenos y la cubierta vegetal está constituida excesivamente por materia herbácea de poca altura. Otra condición en que es aplicable este sistema es en sitios de segunda rotación con una muy buena preparación inicial de sitios.

Generalmente, los métodos manuales incluyen la corta, el secado del material y la quema controlada antes de la limpieza. Los principales espaciamiento empleadas son de 2.5- 3.5 metros (Rojas, 1997).

Fórmula para el cálculo del número de árboles tres bolillos

$$N = M / (a^2 * 0.866)$$

M= área total a plantar

N= número total de árboles requeridos

a= ancho entre planta

0.866 Constante seno

#### 2.1.2.2. Epocas para establecer plantaciones forestales.

Las plantaciones forestales se deben establecer al menos unos 22 días después del inicio de las lluvias y el período debe extenderse hasta 30 días antes de finalizar el período de lluvias.

Rojas (1997), recomienda plantar o no plantar en los siguientes momentos:

Plantar	No plantar
- En días nublados	- En épocas secas
- En horas tempranas	- En veranillos
- Al final de la tarde	- En días soleados

#### 2.1.2.3. Selección del material a plantar

Según Rojas (1997), la calidad a plantar es un factor determinante para el éxito de la plantación. La selección es un proceso que inicia en el vivero y llega hasta la plantación y solamente deben ser plantadas aquellas plántulas que poseen las siguientes características:

- Tamaño adecuado.
- Sin defectos.
- Tener micorrizas (por ejemplo pinos).
- Sin problemas de plagas y enfermedades ni daños mecánicos.

- Buen sistema radicular.
- Durante el transporte, la manipulación de las plántulas le producen daños mecánicos, por ejemplo ruptura del tallo, desecación por viento, etc. Al llegar al sitio es importante seleccionar y eliminar las plantas con problemas de este tipo: bifurcado, muy delgadas, torcidas, muy pequeñas.
- Llegar al campo con el sustrato húmedo.

Los sistemas de producción de plántulas en viveros forestales son: bolsas, pseudoestaca, raíz desnuda y contenedores.

### **2.1.3. Factores que intervienen en la selección de especies**

#### **2.1.3.1. Factores del ambiente**

El sitio forestal consiste en todos los factores del sitio a reforestar que se deben comparar con las exigencias de las especies para una correcta elección de éstas, algunos de estos factores que se deben analizar.

##### **a) Calor**

Todas las especies tienen diferentes exigencias en cuanto a calor, únicamente se desarrollan dentro de fronteras delimitadas por variaciones de temperaturas (Rojas, 1997).

##### **b) Luz**

Este factor es vital para el proceso vegetativo de las plantas. Para la reforestación artificial este factor es importante en la elección de especie debido a que muchas de ellas pueden ser tolerantes o intolerantes y para determinar la densidad a que puede usarse cada especie (Rojas, 1997).

##### **c) Humedad**

Esto es importante porque muchas procedencias vienen de sitios húmedos o secos (Rojas, 1997).

**a) Precipitación**

Este factor es vital ya que intervienen con la cantidad de agua que cae y su distribución y su acción mecánica sobre el terreno a reforestar para hacer una selección adecuada de la especie (Rojas, 1997).

**e) Viento**

De este factor es importante la fuerza y la velocidad con que incide en cada sitio para conocer la resistencia de las especies (Rojas, 1997).

**f) Suelos**

Es necesario conocer todas sus propiedades físicas y químicas para seleccionar correctamente las especies apropiadas (Rojas, 1997).

**g) Condiciones bióticas**

Se refiere a la presencia de animales y otros organismos pequeños que puedan beneficiar a dañar la masa futura, por lo que se debe de tomar en cuenta las especies que pueden resistir dichos daños (Rojas, 1997).

**2.1.3.2. Factores de sitio y productividad**

Hay muchos factores que influyen directamente o indirectamente sobre el rendimiento de las plantaciones forestales. Su evaluación es más difícil mientras mayor número de parámetros se tome en cuenta. Por consiguiente, es más razonable evaluar sólo aquellos factores que pueden inferirse indirectamente o es fácilmente medibles por ejemplo la habilidad del suelo de soportar árboles en relación con el suministro de nutrimento de agua, aire lo que resulta muy difícil de medir directamente más puede deducirse de las propiedades físicas del suelo (De las Salas, 1987).

### 2.1.3.3. Factor costo

Los costos de uno u otro método están influidos por la topografía, tipo y calidad del suelo, la cubierta vegetal existente, la distancia de abastecimiento de plantas o semillas, transporte, mano de obra, costos y disponibilidad de semillas (Calero, 1987).

En general el costo inicial de una siembra directa es menor que la plantación, pero esto solo es cierto cuando la semilla se puede conseguir a precios bajos con facilidad y cuando no es necesario un tratamiento preliminar al suelo (Calero, 1987).

Por que si se toma en cuenta la cantidad de semillas necesarias para la eliminación de la vegetación y se compara con el número relativo bajo de plantas logradas, se verá que en muchos casos resulta más barata la plantación (Calero, 1987).

En el caso de reforestación artificial, debe tomarse en cuenta los costos de semilla, pseudoestacas, jornales vigentes en la región, tratamiento al suelo, conservación, administración (Calero, 1987).

### 2.1.3.4. Elección del método de reforestación

Según Calero (1987), los factores que deben tomarse en cuenta para la elección del método de reforestación son:

- Elección entre regeneración natural o artificial.
- Elección entre siembra y plantación.

En ambos casos, los factores que deben analizarse pueden ser los siguientes:

- Los costos.
- Carácter de las masas que se obtendrá.
- Tiempo de establecimiento.
- Objetivo y finalidad perseguida.
- Ventajas y desventajas.

### 2.1.3.5. Productos y beneficios de las plantaciones forestales

Las plantaciones forestales permiten obtener productos y beneficios de los árboles en forma rápida en calidad y de dimensiones uniformes (Rojas, 1997)

Entre los principales productos (entendidos como aquellos que se pueden obtener con valor económico con facilidad), que se obtienen de las plantaciones forestales están: Madera para aserrios, poste (vivos o muertos), pulpa para papel, leña y carbón, extractivos (resina, taninos, hule, fragancias, colorantes, aceite, etc.), medicamentos, alimentos, semillas forestales, forraje, árboles de navidad, frutales, madera redonda, tarimas, etc. (Rojas, 1997).

Según Rojas (1997), los principales beneficios (entendidos como aquellos de difícil valoración económica) que pueden brindar las plantaciones forestales son:

- Rehabilitación, estabilización y protección.
- Control del ruido.
- Embellecimiento del paisaje.
- Mejoramiento de la calidad y mayor captación de agua.
- Obtención de sombra y lugares de descanso.
- Control del viento (rompevientos).
- Protección alimento de la fauna.
- Regulación del régimen hidrológico.
- Captación de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).

## 2.2. Costos de establecimiento de plantaciones

**Costos:** Es la erogación que se hace a lo largo de un proceso productivo. Emisión de dinero, de valores no monetarios (Calero, 1987).

**Costos de producción:** Comprende los intereses, los salarios, precios pagados por la materia prima, renta de la tierra (Calero, 1987).

**Costos fijos:** Son todos aquellos que no pueden ser reducidos o aumentados no importa cual sea el nivel de producción, es decir, no varía con el ritmo de producción, son constantes a corto plazo (Calero, 1987).

**Costos variables:** Se refiere a todos aquellos que varían en el corto plazo de acuerdo a los niveles de producción (Calero, 1987).

**Corto plazo:** Es un período durante el cual algunos insumos no pueden ser aumentados sin incrementar apreciablemente su costo por unidad (Calero, 1987).

**Largo plazo:** Es el período durante el cual todos los factores de producción, son variables ( Calero, 1987 ).

**Estructura de costo:** Consiste en el ordenamiento de actividades realizadas en un proceso de producción de acuerdo a costos fijos, variables y costos de servicios o materiales (Calero, 1987).

### **2.3. Fertilización**

La mayoría de las experiencias en los trópicos han demostrado que un oportuno y adecuado programa de fertilización pueden aumentar considerablemente el crecimiento y la producción en árboles forestales, aún en pequeñas cantidades, los fertilizantes pueden tener un efecto positivo, no existe receta para la fertilización, ya que cada especie tiene diferentes requerimientos de nutrimentos y cada suelo una capacidad limitada de suplirlos, de tal manera que su dosis, frecuencia y tipo, están precedidos de los correspondientes investigadores (Rojas, 1997).

La fertilización incide en el aceleramiento del crecimiento de la plantación y por lo tanto, la producción y compensar las pérdidas de nutrimentos del suelo provocados por los árboles (Rojas, 1997).

La fertilización forestal no es una práctica nueva y actualmente se fertilizan miles de hectáreas de plantaciones en el mundo. La fertilización es una operación delicada ya que no solamente se deben utilizar los nutrimentos y cantidades suficientes sino que debe

respetarse el equilibrio entre ellos por ejemplo, si el nitrógeno es el elemento limitante y se aplica una gran cantidad, provocaría un crecimiento acelerado del árbol y aumentaría la demanda de los restantes, incluso a escasear cualquiera de ellos hasta convertirse en elemento limitante (Rojas, 1997).

Según Rojas (1997), existen dos fuentes básicas de fertilizantes:

**Fertilización orgánica:** aquellas derivadas de material vegetal, animal o mixtos, que emplean como materia prima granos, estiércol de ganado, gallinaza, estiércol de porcino, sangre seca, ceniza de huesos, desperdicios de pescadería, residuos de mataderos, residuos vegetales (Cáscara de semillas, bagazo, broza de café, etc. ).

**Fertilización mineral:** son aquellas de origen natural (cenizas, cal) o de origen industrial (Fertilizantes Químicos).

### 2.3.1. Ventajas comparativas

**Fertilizantes orgánico:** Modifica la estructura del suelo, favorecen el desarrollo de materia orgánica, retiene mayor calidad de agua y elementos nutritivos, mejoran la cohesión a suelos sueltos, incrementan la permeabilidad y aireación del suelo, disminuyen la compactación de las arcillas (Rojas, 1997).

**Fertilizantes minerales:** Acción inmediata, fácilmente disponible, fácil aplicación, regulan la temperatura del suelo, adecuada presentación, y alta concentración de elementos por volumen (Rojas, 1997).

### 2.3.2. Momento de la aplicación de los fertilizantes

En el vivero, se realiza al momento de la siembra (llamada fertilización fundamental), va a favorecer el desarrollo inicial del árbol. Durante el desarrollo inicial de la plantación para acelerar en crecimiento (Fertilización de crecimiento). Generalmente se recomienda aplicarlo al final de la estación seca o al inicio de las lluvias para que estén

disponibles en el momento requerido por las raíces (Rojas, 1997).

#### **2.4. Materia orgánica en el suelo**

La materia orgánica es producida en gran parte por las plantas y los microorganismos del suelo, a través de la fotosíntesis y otros procesos, y se compone en gran medida de muchos compuestos de carbono. Los componentes más comunes son polisacáridos, inclusive celulosa, hemicelulosa, ligninas, sustancias pépticas y otros. Los materiales orgánicos del suelo y de la planta contienen también proteínas y otros compuestos nitrogenados, el nitrógeno se acumula en la materia orgánica del suelo, debido a que es un componente importante en las células microbianas y un elemento que se recicla muchas veces con el rejuvenecimiento de células (De las Salas, 1987).

La materia orgánica no es la misma en todos los suelos, el tipo de vegetación, la naturaleza de la población microbiológica del suelo, el tipo de drenaje, la lluvia, la temperatura y el manejo del suelo desde el punto de vista agrícola, afectan el tipo y la cantidad de materia orgánica (De las Salas, 1987).

La velocidad de descomposición de la materia orgánica, está influenciada por algunos factores, principalmente la actividad microbiológica, la cual está sujeta también a la aireación, humedad, pH y contenido de nutrientes del suelo (De las Salas, 1987).

La materia orgánica tiene efectos benéficos sobre sus propiedades físicas y químicas: Favorece la formación de agregados, aumenta la capacidad de retención del agua, aumenta la capacidad de intercambio catiónico y aniones, especialmente de fosfatos y sulfatos, favorece la disponibilidad de N, P, S, K; a través de los procesos de mineralización, regula el pH del suelo, al aumentar su capacidad tampón, puede formar complejos con los micronutrientes y evitar su lixiviación (De las Salas, 1987).

## 2.5. Elementos nutritivos

De los elementos químicos conocidos, 16 se consideran esenciales para el crecimiento de la planta, estos son entre otros el Carbono, Oxígeno, Potasio, Magnesio, Calcio, etc. Las plantas extraen del aire y del agua el Carbono, Hidrógeno y el Oxígeno, con los cuales fabrican hidratos de carbono y otras sustancias. Para este proceso necesitan la luz como fuente de energía, los demás elementos nutritivos se encuentran en los minerales o en la materia orgánica del suelo (De las Salas, 1987).

### 2.5.1 Nitrógeno

Es un elemento muy importante dentro de los nutrimentos del suelo. A diferencia de casi todos los demás, no procede de la roca madre al meteorizarse, sino ,que se encuentra en forma orgánica, se asimila a través de procesos biológicos (amonificación, nitrificación). El nitrógeno es el elemento que más frecuentemente limita el crecimiento, cuando es deficitario en la planta (De las Salas, 1987).

Las plantas no pueden asimilar el nitrógeno en su forma elemental del aire, ni el nitrógeno orgánico, lo asimilan como amonio y nitrato, con el concurso de los microorganismos, los cuales realizan los procesos de amonificación (De las Salas, 1987).

Los procesos naturales de abastecimiento de nitrógeno incluyen: mineralización del nitrógeno de la materia orgánica y residuos de cultivos y el proceso inverso de inmovilización en la descomposición de desechos de plantas y animales, la fijación del nitrógeno en la atmósfera, nitrógeno añadido a través de lluvias y otras formas de precipitación., alguna liberación de nitrógeno a través de la meteorización de los minerales primarios del suelo (De las Salas, 1987).

El contenido total de nitrógeno en el suelo varía ampliamente, dependiendo del clima, la vegetación, la topografía y la intervención del hombre. Fassbender, fija un ámbito

entre 0.02% y 4% aunque en suelos muy ricos en materia orgánica este último valor puede ser mayor (De las Salas, 1987).

### **2.5.2. Fósforo**

Es uno de los elementos nutritivos limitativos más comunes en suelos antiguos tropicales (oxisoles, ultisoles) y en suelos de cordilleras (andasoiles, vertisoles), el contenido total de Fósforo es muy variable en los suelos tropicales ya que depende de su estado de meteorización y de su contenido de materia orgánica. El fósforo orgánico participa normalmente entre 20 y 50% en el fósforo total, en la capa arable del suelo y los altamente meteorizables poseen del 60 a 80% de fósforo total en forma orgánica (De las Salas, 1987).

En los bosques, y en especial en las plantaciones forestales, es muy importante conservar la materia orgánica del suelo y con ella el nivel de fósforo (De las Salas, 1987).

### **2.5.3 Potasio**

Las fuentes principales de potasio del suelo se encuentra en los feldespastos y las arcillas. Fassbender, indica que el contenido de potasio varía en los suelos generalmente entre 0.04 y 3 % y en casos excepcionales (suelos alcalinos), hasta el 8%. Los suelos arcillosos frecuentemente tienen un contenido adecuado de potasio, por el contrario los suelos arenosos presentan a menudo deficiencias, debido a su fácil lavado (De las Salas, 1987).

## **2.6. Síntomas visuales de deficiencia de los elementos nutritivos**

Según Zöttl y Tschinkel, los síntomas visuales de deficiencia de nutrimentos en las plantas no son suficientes para un diagnóstico seguro, sí sirven para orientar ensayos correctivos y fertilizantes, tendiendo a compensar los niveles deficitarios del (o de los) elemento(s) limitativo(s) del crecimiento. Nunca puede ser la única base para dar

recomendaciones detalladas sobre necesidades de otros métodos, tales como el análisis químico del follaje o del suelo. Sin embargo, algunos signos que tienen cierta validez en árboles, ya sea coníferas o latifoliadas, se resume como sigue:

**Nitrógeno:** Las hojas (y el árbol), son de tamaño pequeño, el follaje tiene un color amarillento verde pálido, las hojas inferiores pueden aparecer quemadas y mueren prematuramente, el contenido de clorofila es muy bajo, las raíces son relativamente bien desarrolladas (crecimiento de hambre).

Los mecanismos de pérdida de nitrógeno pueden agruparse como sigue:

- Lixiviación.
- Volatilización del amoníaco.
- Erosión.
- Denitrificación.

La conclusión general es que una cantidad apreciable de nitrógeno (hasta un 50% del nitrógeno aplicado), se pierde en suelos tropicales cultivados, debido principalmente al lavado.

**Fósforo:** Las hojas son de color verde pálido y adquieren un tono purpúreo, bronceado o rojizo cuando envejecen. La fructificación es reducida, desarrollando pocas raíces, es un elemento que usualmente limita el crecimiento de la planta debido a que la concentración del fósforo accesible a ésta es muy bajo en la mayoría de los casos. Dicho elemento existe predominantemente en forma insolubles, como apatita, los restos de las plantas se incorporan al suelo como biomasa, después de la cosecha y aportan su cuota de fosfato orgánicos para ser mineralizados.

**Potasio:** Las hojas muestran moteados amarillentos a partir del margen externo o de la punta (acículas). La parte más vieja del follaje demuestra primero el síntoma y finalmente se vuelve necrótica, las hojas jóvenes quedan verdes. Las pérdidas de potasio en el suelo, se

suceden por lavado, por erosión de la capa superficial del suelo, por escorrentía y percolación profunda.

## **2.7. Propiedades físicas del suelo**

Las propiedades físicas del suelo, y el agua del mismo, han sido considerados desde hace tiempo de importancia primordial para la productividad de los sitios, cubiertas por plantaciones forestales. Son menos fácilmente alterados por causas del manejo de las plantaciones (De las Salas, 1987).

El efecto de la hojarasca sobre las propiedades físicas del suelo depende, en primer lugar, del tipo de material vegetal y secundariamente del clima. El hecho de la falta de agua disponible para las plantas es aceptado por varios autores como un deterioro de las propiedades físicas del suelo y por consiguiente implica un descenso en el rendimiento de las plantaciones puras (De las Salas, 1987).

## **2.8. Propiedades químicas del suelo**

Al igual que con las propiedades físicas del suelo, los cambios significativos en sus propiedades químicas, asociados con plantaciones, ocurren cerca o en la superficie y están relacionados con el suministro y descomposición de la materia orgánica. Las reservas de nutrientes del suelo están gobernados en cierta medida por la naturaleza del material parental, por las propiedades químicas intrínsecas al suelo (capacidad de intercambio catiónico), por la selectividad de la cobertura vegetal y por el manejo mismo del suelo. Los cambios en los nutrientes disponibles para la plantación pueden sucederse directamente por la remoción de la cosecha de madera e indirectamente a través de la inmovilización de los nutrientes de las plantas (tronco, ramas, ramillas, hojas, corteza, raíces) (De las Salas, 1987).

## 2.9. Textura

La textura o cualquier otra característica simple del suelo, rara vez determina la calidad de sitio. Sin embargo, puede observarse que, como regla general, los suelos francos son más favorables para el crecimiento del bosque que cualquier otro arenoso grueso o arcilla fina. Frecuentemente la influencia en la textura sobre el crecimiento de las especies forestales resulta enmascarada por la influencia de otros factores más significativos (clima, plagas, enfermedades, valor genético y otros) (De las Salas, 1987).

La experiencia general indica que suelos profundos, arenosos y gruesos generalmente soportan plantaciones forestales relativamente pobres. Sin embargo los suelos subyacentes de cenizas, arcillosos o francos, producen buen crecimiento, una vez que las raíces han logrado los horizontes de textura más pesadas, también pueden inhibir la regeneración y el subsecuente crecimiento de los árboles (De las Salas, 1987).

## 2.10. Descripción de especies

### 2.10.1 Pochote

*Bombacopsis quinatum* (Jacq.) Dugand

De la Familia Bombacáceaea, sinonimia *Bombacopsis fendleri* (Seem) Pittier y conocido como Cedro Espino, es un árbol pequeño, mediano, o grande, con alturas comprendidas entre 4-30 m, diámetro de 0.20-2 m a la altura del pecho. Tronco a menudo irregular con raíces tablares o contrafuerte grande, copa extendida, deciduo o caducifolio, pierde totalmente sus hojas antes de florecer en Noviembre-Dicembre (Salas, 1993).

La corteza externa es de color gris oscuro, gruesa, cubierta densamente de proyecciones cónicas espiniformes grandes y cortas como trompitas de 1-3 cm en la base, que les sirven de defensa al árbol especialmente en zonas de crecimiento joven (Salas,

1993).

Sus hojas son compuestas, alternas, digitadas; con 3-7 hojuelas de abovadas a ablongas, glabras, borde liso, ápice acuminado, pecíolo de 4-10 cm de largo. Las flores son grandes de color blanco rosadas, de unos 10 cm de largo por 12 cm de ancho cuando están abiertas. Dispuestas en pequeños grupos en el extremo de las ramitas, pétalos lineares de 7-11 cm de largo, con muchos estambres (Salas, 1993).

Los frutos son cápsulas pardas de 4-10 cm de largo y de unos 2.5 de ancho que normalmente se abren en 5 partes, las semillas están envueltas en un algodón parduzco (Salas, 1993).

Se distribuye en forma natural desde Honduras hasta Venezuela desde el nivel del mar hasta los 900 m, en lugares con una precipitación media anual entre 800 y 2200 mm. con una estación seca definida de 3 a 5 meses y una t° de 20-24 °C. presenta un mejor desarrollo en sitios planos con suelos profundos en Nicaragua se encuentra principalmente en la Región del Pacífico y Central (SFN/MARENA, 1992).

La especie se encuentra en bosque mezclado, en asociaciones con especies como: *Cedrela mexicana*, *Tabebuia sp*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Bursera simarouba*, *Calycophyllum candidissimum*, *Acacia costarricensis*, *Bursera ulmifolia* (SFN/MARENA, 1992).

En forma natural se le encuentra en suelos de textura arenosa, franco arenoso o arcillosa de buen drenaje, se desarrolla mejor en suelos compactos profundos con fertilidad natural alto y en sitios planos y con buen drenaje (SFN/MARENA, 1992).

Con base en el sistema de Holdridge, crece en el bosque seco tropical, bosque húmedo y muy húmedo tropical y bosque seco premontano, entre los factores considerados como limitantes para el crecimiento de la especie están los suelos con baja fertilidad natural

compactados y arcillosos y las pendiente pronunciadas además de la falta de humedad del suelo y de luz también se considera como factor limitante principalmente a partir de los 2 años de edad (SFN/MARENA, 1992).

Presenta alta resistencia natural a hongos de pudrición blanca y marrón, los frutos son atacados por un pequeño insecto (eoteoptero) que los destruye antes de la diseminación. La propagación del *Bombacopsis quinatum* puede hacerse por 3 métodos: plantas en bolsa, pseudoestacas y estacas (SFN/MARENA, 1992).

El *Bombacopsis quinatum* puede ser plantado hasta tres semanas antes del inicio de las lluvias obteniéndose una supervivencia excelente. La plantación temprana reduce la competencia por maleza durante la época inicial de establecimiento, facilita el crecimiento del programa de reforestación dando mayor disponibilidad de tiempo para concluir otros programas de reforestación con especies que deben plantarse en época lluviosa, además permite planificar adecuadamente el control de malezas (Plantaciones de especies forestales) (SFN/MARENA, 1992).

Su madera es suave y fácil de trabajar, pero se seca lentamente debido a la presencia de una goma microscópica que por otra parte es útil al actuar como un preservante que retarda la pudrición y le da resistencia al ataque de insectos (Salas, 1993).

*Bombacopsis quinatum*, es un árbol fundamentalmente importante cuya valiosa madera escasea debido al excesivo aprovechamiento, es fácil de propagarse por semillas o por ramas con tejidos completamente desarrollado (Salas, 1993).

### 2.10.2 Caoba

*Swietenia humilis* Zucc.

De la Familia de las Meliaceae, es un árbol grande que puede alcanzar altura desde 25-40 m, copa ancha y densa, diámetro de 75-150 cm a la altura del pecho (Salas, 1993).

La corteza externa es fisurada longitudinal, de color pardo oscuro, la parte interna es de color moreno, tiene leve olor a menta y sabor ligeramente amargo (Salas, 1993).

Las hojas son alternas paripinnadas, con 6 a 8 hojuelas, opuestas, de forma lanceoladas ovaladas, de 5 a 10 cm de largo, ápice agudo, la base varía de atenuado a redondeada, muy desiguas en relieve con el nervio principal. Las flores son panículas terminales, pequeñas hermafroditas, con 5 pétalos color amarillo verdoso, de 3 a 4 mm de largo (Salas, 1993).

Los frutos son cápsulas ovoides en forma de pera, 15 a 20 cm de largo, por 10 a 12 cm de ancho, son de color café claro (Salas, 1993).

Se extiende desde México hasta Nicaragua y ha sido útil desde hace mucho tiempo, es de gran resistencia y durabilidad, se emplea para fabricación de muebles, paredes, cielo raso y pisos de casas, también se utiliza en la industria del enchapado (Salas, 1993).

### 2.10.3 Cedro Real

#### *Cedrela odorata*

De la Familia de las Meliaceae, sinonimia *Cedrela mexicana* M.J Room. conocido como cedro amargo es un árbol que alcanza alturas de 12-30 metros y diámetros de 60 cm a 1.3 metros. Corteza de color gris claro, con fuerte olor a ajo y sabor amargo. Esta especie es originaria de América donde se extiende desde México hasta Argentina, encontrándose también en Las Antillas. En Nicaragua se le encuentra por todo el país (Salas, 1993).

La corteza externa es fisurada de color gris claro, en árboles grandes hasta de 1 m de largo generalmente posee 10-20 pares de hojuelas opuestas o alternas, oblongas, laceradas, esencialmente glabras, ápice acuminado, base obtusa de color verde oscuro en el haz y verde claro en el envés, miden de 4.5-14 cm de largo y 2-4 cm de ancho, al estrujarlas despiden un penetrante olor a ajo (Salas, 1993).

Posee flores masculinas y femeninas en la misma inflorescencia en panículas terminales o axilares de 15-30 cm de largo, flores pequeñas de color amarillo. Sus frutos son cápsulas deshicentes de 5-7 cm de largo con 5 valvas de color pardo, contienen un exudado blanquecino con fuerte olor a ajo antes de madurar, tiene de 20-25 semillas pequeñas alargadas (Salas, 1993).

La madera es suave, liviana, fácil de trabajar, durable y resistente al ataque de termitas de la madera seca. Se ha utilizado en la fabricación de muebles, armarios, puertas, canoas, también en la construcción de toda clase, chapas, madera laminada, cajas de cigarros, etc. (Salas, 1993).

Esta especie no debe establecerse en plantaciones puras sino en combinación con otras especies de crecimiento más rápido (Leucaena, Guanacaste, Teca y Genízaro); con el

objetivo de evitar el ataque del barrenador de yemas *Hypsiphylia grandella* y dar sombra a las plantitas jóvenes ya que la necesitan en la primera etapa de su crecimiento, se debe evitar la combinación con eucaliptos el barrenador de yemas es una plaga importante por atacar la yema apical de la planta ocasionando su muerte para sobrevivir la planta desarrolla una nueva yema apical (SFN/MARENA, 1992).

Debido a este ataque inicial y otros posteriores no se desarrolla un fuste recto. No obstante, el barrenador solo vuela hasta alturas de 2 a 2.5 metros, por lo tanto es una plaga importante en las 2 o 3 primeros años (SFN/MARENA, 1992).

El espaciamiento recomendado es sembrar de cada 5 o 6 plantas de la especie principal, la madera de *Cedrela odorata* es comercial e internacionalmente demandada como una madera preciosa (SFN/MARENA, 1992).

## **2.11 Plagas de las plantaciones forestales**

### **2.11.1 Barrenadora de yemas**

#### *Hypsiphylia grandella*

Se asume que *Hypsiphylia grandella*, representa un problema solo en las plantaciones jóvenes, por lo tanto, los ensayos que se realicen en las especies *Swietenia macrophylla*, *Cedrela odorata*, *cedrela angustifolia*, deberán hacerse con alternancia de factores altitudinales y de clima (Whitmore, 1973).

En cuanto a la distribución de *Hypsiphylia grandella*, no existe información sobre su distribución ecológica, se exponen algunas hipótesis, sin embargo se pretende encontrar unos pocos factores que sean la llave que ayuden a la búsqueda de las causas de los niveles de población insectil (Whitmore, 1973).

La primera, señala que la disponibilidad del alimento, en cuanto a calidad y cantidad, es el factor más importante que causa los cambios numéricos en la población. Los insectos que tienen la oportunidad de alimentarse de brotes nuevos (con abundantes tejidos parenquimatosos, meristemáticos ricos en citoplasmas, agua y nutrientes), estarán mejor nutridos y por ende predispuestos a una mayor fecundidad, fertilidad, a diferencia de aquellos que se han desarrollado en árboles con brotes viejos o en la estación seca (Whitmore, 1973).

La segunda hipótesis, indica que la densidad de población de *Hypsiphylia grandella*, es dependiente también de los parásitos y predadores. Otros problemas son secundarios aunque la población sirve de refugio temporal al insecto; este puede ser atacado por otros organismos del complejo ecosistema que se da en los trópicos (Whitmore, 1973).

Basado en previas investigaciones con el hongo *Metarrhizium anisopliae* y la bacteria *Bacillus thuringiensis*, se espera que estos organismos contribuyan satisfactoriamente en la lucha integrada contra el barrenador de las Meliáceas, *Hypsiphylia grandella* (Whitmore, 1973).

Utilizando rayos gamma Co-60, ha inducidos varias mutaciones en el hongo *M. Anisopliae*, las cuales son más patogénicas contra *Hypsiphylia grandella*, que el tipo silvestre, prestarán una ayuda invaluable en el reconocimiento del establecimiento de la enfermedad en la población de *Hypsiphylia grandella* (Whitmore, 1973).

Un estudio sobre la patogeneidad de diferentes variedades de *B. Thuringiensis* contra las larvas de *Hypsiphylia grandella* ha demostrado que preparaciones hechas a partir de las variedades *Sotto* y *Ashman*, son las prometedoras por su alta toxicidad contra las larvas de primer instar (Whitmore, 1973).

### 2.11.2 Gallina ciega

#### *Phyllophaga ssp*

Atacan con mayor afectación al sistema radicular provocando el descortezado de la raíz y por consiguiente la muerte, su control se puede realizar a través de trampas aprovechando el fototropismo de los adultos y aplicando insecticida granulado al pie del árbol para combatir las larvas (Aguilar, 1997).

Se recomienda aplicar 2 gramos de furadán "G" al 10 %, al pie del árbol, principalmente cuando el suelo está húmedo. Tener cuidado con el producto por su alto grado de toxicidad (Aguilar, 1997).

### 2.11.3. Zompopos

#### *Atta ssp*

La parte principal de eliminación del zompopos es afectando la formación del hongo resultante por la pudrición de las hojas que ellos depositan en su madriguera ya que este le sirve de alimento a la larva o eliminando directamente a la reina, la que se encarga de reproducir las larvas (Aguilar, 1997).

### 2.11.4. Ganado

El ganado aunque no es considerado una plaga al igual que otros animales, perjudica a las plantaciones en su primera fase de vida debido en parte al descuido del productor, el *Bombacopsis quinatum* es muy apetecido por el ganado en su estado de plántula, defoliándolo y provocándole bifurcaciones, pero no así al *Swietenia humilis* y *Cedrela odorata* que por su olor fétido no causa ningún interés como alimentación, pero si se recomienda que el pastoreo se realice cuando las plantas alcancen los 2 m de alto (Aguilar, 1998).

## 2.12 Análisis de varianza

El análisis de varianza es la descripción algebraica de datos evaluados, en forma general detecta la significancia o no de la información, las fórmulas operacionales correspondientes a las sumas de cuadrados y finalmente a la tabla donde se resumen los grados de libertad, los cuadrados medios y el valor de F calculado. Donde “r” corresponde a los tratamientos y “t” a los bloques (Pedroza, 1993).

**Prueba de Rangos Múltiples de Duncan**, Consiste básicamente en calcular el valor crítico de Duncan o en términos estadísticos la diferencia mínima significativa de acuerdo al criterio de Duncan (**R<sub>p</sub>**), los valores tabulares de Duncan, los cuales se toman para determinado  $\alpha=5\%$  o  $1\%$ , con “p” número de medias de tratamientos que participan en la comparación de rangos desde “p” =2,3,4, hasta “t” tratamientos en el experimento así como los correspondientes grados de libertad del error (gle) (**rp**), el error estándar de la media  $\sqrt{s^2/r}$ , donde  $s^2$  es el cuadrado medio del error en el experimento (**S<sub>y</sub>**) (Pedroza, 1993).

$$R_p = r_{p\alpha;gle;p} * S_y$$

$$S_y = \sqrt{CME/r}$$

## **III. MATERIALES Y METODOS**

### **3.1. Materiales**

Los materiales que se emplearon en este trabajo de investigación fueron: cinta métrica y diamétrica, cintas biodegradables, laboratorio portátil de análisis de suelos, tabla de campo y formatos.

### **3.2. Metodología**

#### **3.2.1. Descripción del área**

##### **3.2.1.1. Ubicación del área**

El área de trabajo se encuentra ubicada en el Departamento de Boaco (Fig. 1). El Municipio de Camoapa se encuentra en la parte Sur-Este del departamento de Boaco, a 114 km. al Este de Managua (Fig. 2). La extensión territorial es de 1466 km<sup>2</sup>, cuenta con una población de 26000 habitantes, integrados por 56 comarcas, y con una población municipal que se encuentra dividida con un casco urbano de 11000 habitantes y la rural de 15000 habitantes, ubicado entre la latitud 12°25' Norte y longitud 85°30' Oeste a una elevación de 2200 pies sobre el nivel del mar sobre una meseta ligeramente inclinada hacia el Oeste (Aragón, 1995).

Según (Aragón, 1995), los límites del Municipio son:

Norte : Departamento de Matagalpa

Sur : Departamento de Chontales

Este : Atlántico Sur

Oeste : Con los municipios Boaco y San Lorenzo.



Norte

# MAPA DEL DEPARTAMENTO DE BOACO

LÍMITE DEPARTAMENTAL

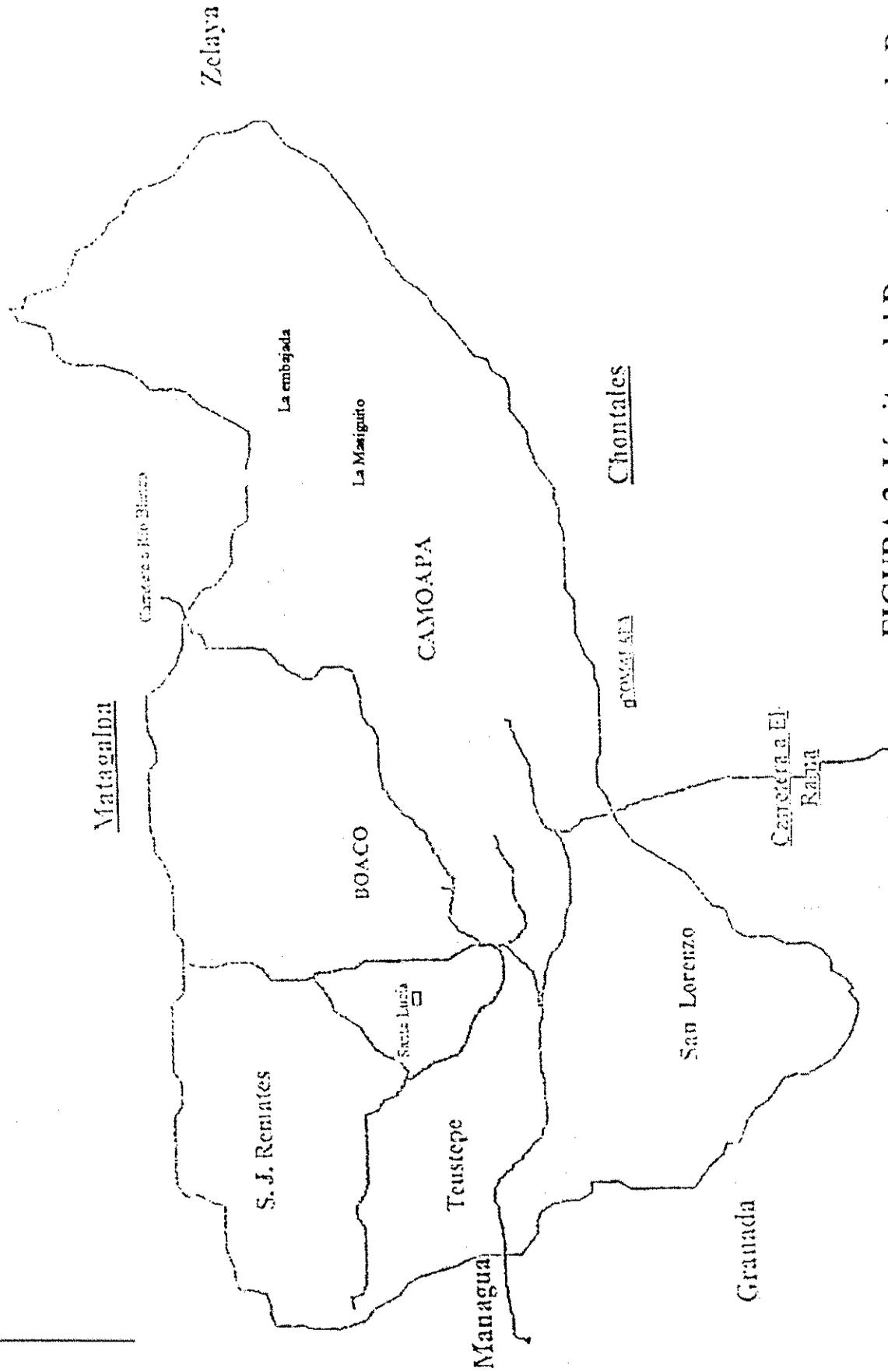


FIGURA 2. Límites del Departamento de Boaco.

La zona de evaluación abarca tres cooperativas: San Francisco, La Masiguito y La Embajada, distribuida en 3 zonas distintas, Zona I (Camoapa), con 8 manzanas, Zona II (La Masiguito), con 7 manzanas, Zona III (La Embajada), con 12 manzanas, totalizando 27 manzanas de plantaciones forestales evaluadas en el municipio de Camoapa, muestreadas para la realización del trabajo de investigación (Fig. 3).

#### 3.2.1.2. Suelos

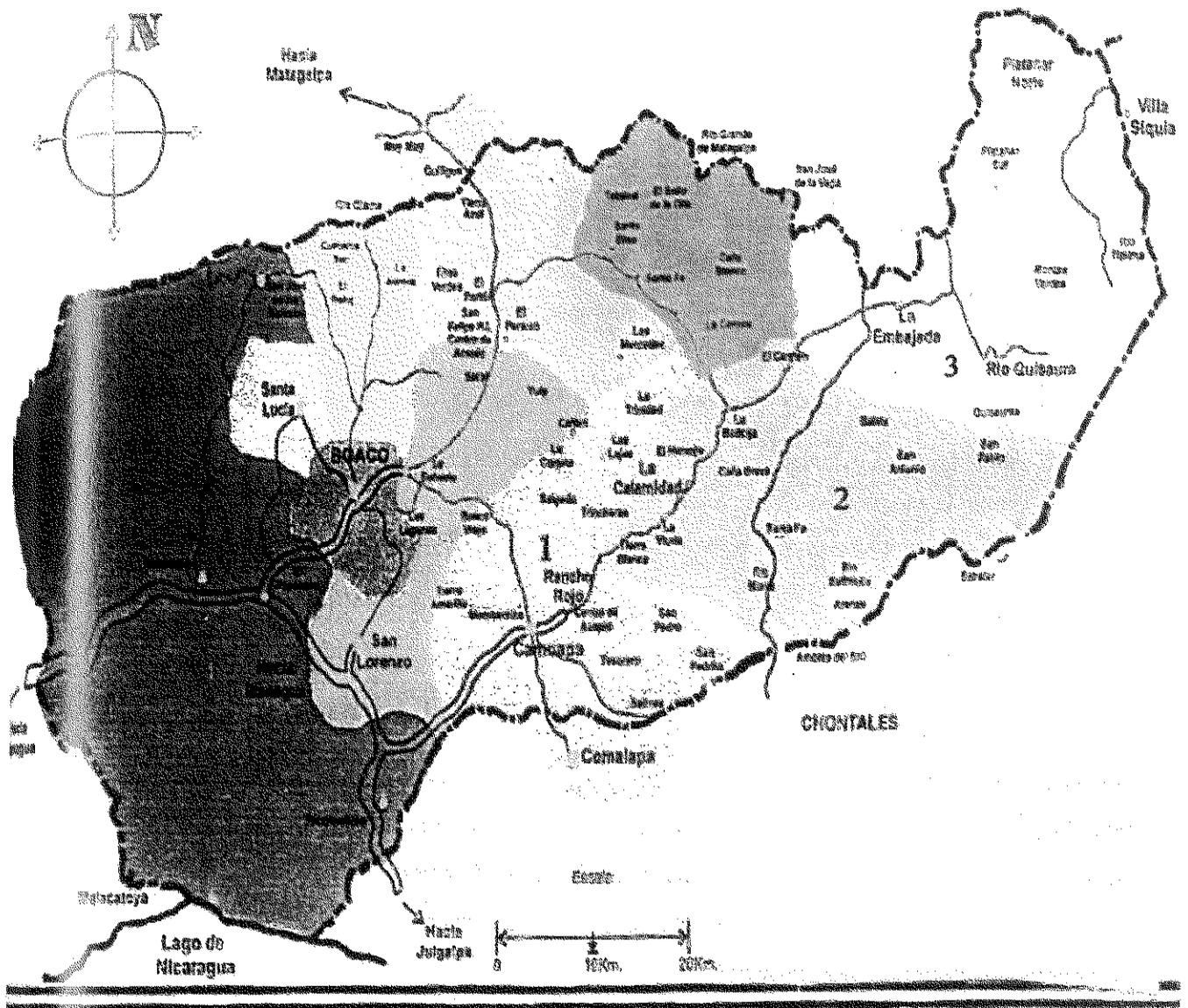
El tipo de suelo predominante es el Franco arcilloso, al Sur-Este, en la zona noroeste del Municipio se encuentra los Ultisoles ligeramente ácidos con un pH de 5-6 debido al alto régimen pluviométrico. Los suelos del municipio están siendo utilizado en pastos, bosques latifoliados ralos, áreas humanizadas con asociación de áreas deforestadas, maíz, frijol, sorgo, musáceas entre otros (Aragón, 1995).

El área boscosa se convirtió en una zona agrícola y de pastizales, esto ha conllevado a deteriorar el bosque e incrementar la sobre utilización del suelo, de manera no sostenible (Aragón, 1995).

La roza y la quema son prácticas tradicionales al final de la estación seca en la limpia de áreas destinadas al cultivo y la ganadería, esto ha incidido en el arrastre continuo en la superficie fértil del suelo, a través de las lluvias y el viento (Aragón, 1995).

La quema química, es utilizada en el invierno según la incidencia de maleza, siendo esta otra práctica muy usada por los agricultores y ganaderos del municipio. Los problemas mayores están en las pendientes con más del 5% en áreas carentes de cobertura vegetal (Aragón, 1995).

Según (Aragón, 1995), existen en el Municipio ríos de afluentes tales como:  
Ríos Grandes: Río Grande de Matagalpa, Murra y Quisaura.  
Medianos: Arena, Tuncar, Piedra colorada.



Fuente: PRODEGA, 1998.

### Simbología:

3	Coop. La Embajada R.L.
2	Coop. Masiguito R.L.
1	Coop. Santa Elisa R.L.
1	Coop. San Francisco de Asis R.L.
1	Coop. San Felipe R.L.
1	Coop. Casatboy R.L.
1	Coop. San Buenaventura R.L.
1	Coop. San Lorenzo R.L.
1	Coop. Santiago R.L.
1	Coop. 10 de Mayo R.L.
1	Area de nuevas Cooperativas.

FIGURA 3. Ubicación de las tres zonas de las plantaciones.

Pequeños: El Congo, Tesorero, Guambuco.

La mayor parte del agua de estos ríos son utilizado para la irrigación manual y como fuentes de toma para el ganado. Estos ríos tienden a disminuir su caudal en época de verano pero en un porcentaje mínimo (Aragón, 1995).

La superficie total del Municipio de Camoapa, es de 208,660 mz, solamente el 40.7% de la población posee tierra, el 31.56% tiene 22% de la tierra en pequeñas fincas mayores de 100 mz. En calidad de alquiler el 1.7% de la población tiene acceso al 0.5% de la tierra y en calidad de préstamo, el 4% de las familias obtiene el 0.6% (Aragón, 1995).

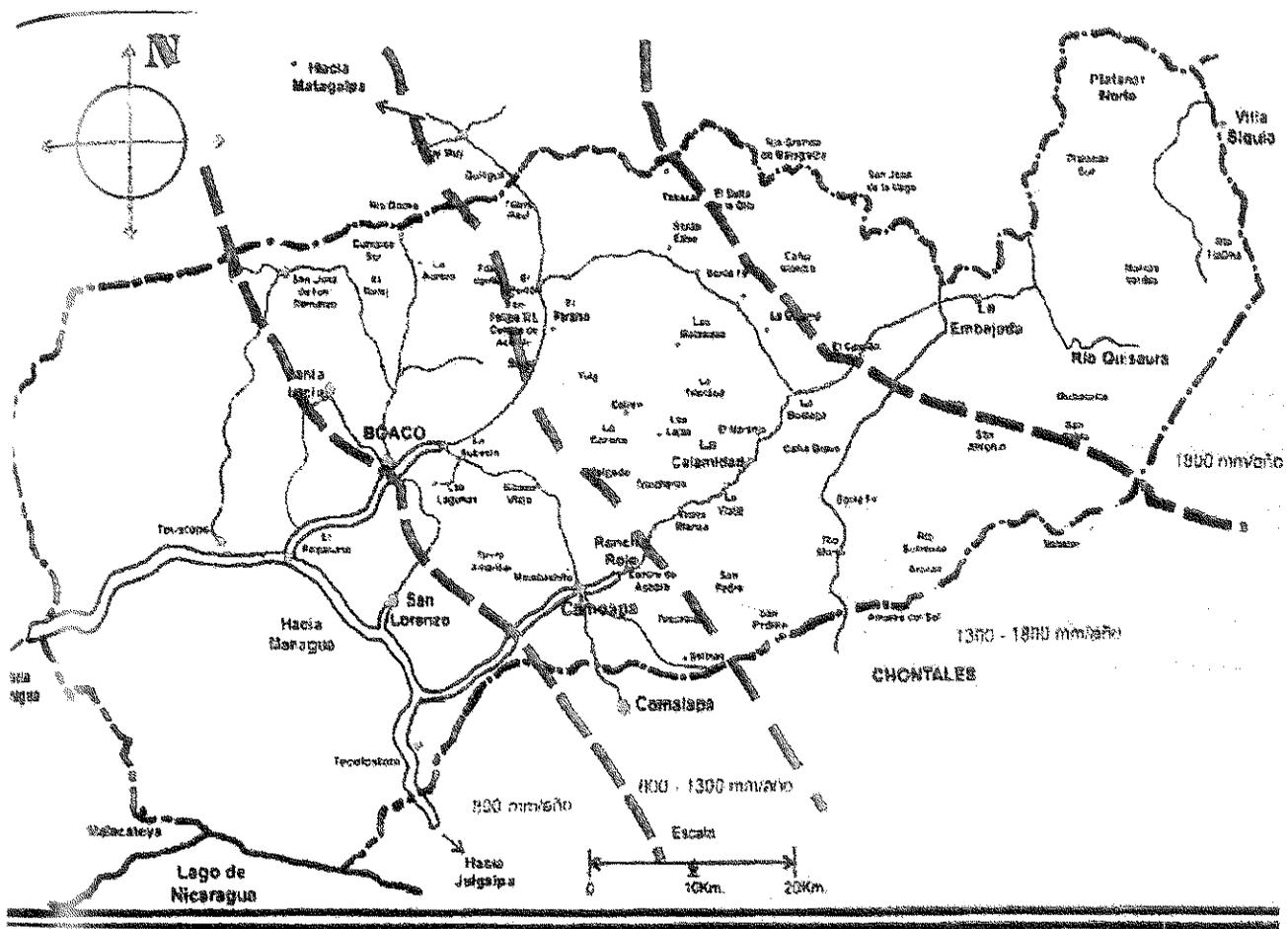
### 3.2.1.3. Clima

La casi totalidad de su extensión goza de un clima fresco y un tanto húmedo, sus tierras son fértiles y ofrecen variedad de cultivos como: caña de azúcar, café, henequen, pita entre otros. El municipio de Camoapa tiene altitudes variables que oscilan entre los 200 y 660 msnm. La precipitación pluvial varía entre 1200 y 2000 mm/año. Boaco está dividida en tres grandes zonas climáticas, donde la zona de La Embajada presenta una precipitación mayor 1800 mm/año bajando hacia Managua con precipitación menor 800 mm/año (Fig. 4) (Aragón, 1995).

### 3.2.1.4. Vegetación

La vegetación primitiva de bosques latifoliados caducifolio han sido taladas y quemadas para pastizales. Las especies más comunes son: *Guazuma ulmifolia*, *Bombacopsis quinatum*; *Bursera simarouba*, *Calycophyllum candidissimum*, *Tabebuia pentaphylla*; *Enterolobium cyclocarpum* (Aragón, 1995).

En las áreas con precipitaciones que van desde los 450-2000 mm/año, se encuentra el bosque latifoliado perennifolio y las especies más comunes son: *Cedrela mexicana*,



Fuente: PRODEGA, 1998.

### Simbología:

-  Límite Departamental
-  Carretera asfaltada
-  Camino secundario
-  Zonas de lluvia
-  Ciudades
-  Caserios

FIGURA 4. Isoyetas las tres zonas del Municipio de Camoapa.

*Anacardium excelsum*;, *Swietenia macrophylla*, *Carapa nicaragüenses*, *Ochroma lagopus* (Aragón, 1995).

### 3.2.1.5 Caracterización de las tres zonas de estudio.

La zona I, representado por Camoapa, presenta precipitaciones de 800-1300 m/año, con un pH de 6.2 (medianamente ácido), se encuentra a una altitud de 200-660 msnm, se presentan Bosques latifoliados caducifolio, las especies que se encuentran más comúnmente es el *Bursera simarouba*, *Calycophyllum candidissimum*, etc. presentando temperaturas variadas. La zona II, representado por La Masigue, presenta precipitaciones que van desde los 1300-1800 mm/año, con un pH de 7 (neutro), con una altitud oscilante entre los 200-660 msnm, con una vegetación compuesta por Bosques Latifoliados perennifolios donde se encuentran especies como *Swietenia macrophylla*, *Cedrela mexicana*, *Carapa nicaragüense*, etc. y la Zona III, representado por La Embajada es la zona con las mayores precipitaciones que van desde los 1800 mm/año a más, presentando un pH de 6.5 (ligeramente ácido) y altitud de 200-660 msnm.

### 3.2.2. Etapas de recopilación de información

#### 3.2.2.1. Criterios utilizados para la selección de especies para las tres zonas

1. Incentivar al productor a corto y a mediano plazo la obtención de madera aserrada.
2. Ensayos de crecimiento de la especie *Swietenia humilis* en zona diferente a su rango de crecimiento.
3. Motivar al productor a reforestar.

#### 3.2.2.2. Primera etapa

Se efectuó en Abril de 1997, una recolecta de datos sobre el establecimiento de las plantaciones forestales ejecutadas en 1996 por el Proyecto (PRODEGA) utilizando una

hoja técnica de campo la cual recoge la información sobre la falta de experiencia de los productores con el manejo de plantaciones forestales (Anexo 2), en el municipio de Camoapa, las plantaciones se establecieron con un espaciamiento de 3 x 3 m con el método de tres bolillos (Fig. 5), el número de plantas por manzana fue de 800. La primera medición de las plantaciones se hizo seis meses después de haberse establecido, se utilizó una hoja de datos evaluativos (Anexo 3), la intensidad de muestreo fue del 10% tomando como variable la altura y la vigorosidad para evaluar el grado de mortalidad y el estado fitosanitario, además se registraron los costos de establecimiento de las plantaciones (datos proporcionados por el proyecto).

### **3.2.2.3. Segunda etapa**

Se realizó la segunda recolecta de datos en Septiembre de 1998, comenzando con las visitas de las fincas muestreadas en la primera etapa evaluándose el diámetro, altura y vigorosidad con el mismo tipo de hoja evaluativa, para realizar la evaluación de la calidad de las plantaciones y comparar ambas mediciones realizadas y observar el nivel de desarrollo de las plantaciones dos años después de haberse establecido.

### **3.2.3. Procedimiento de levantamiento de la información**

Para el levantamiento de datos se empleó un muestreo bietápico dividido en dos fases:

#### **3.2.3.1. Primera fase**

Se tomó al azar 80 plantas, correspondientes al 10% del total por manzanas, las hileras se distribuyeron al azar en cada manzana de terreno de modo que se tomaron tantas líneas hasta completar las 80 plantas.

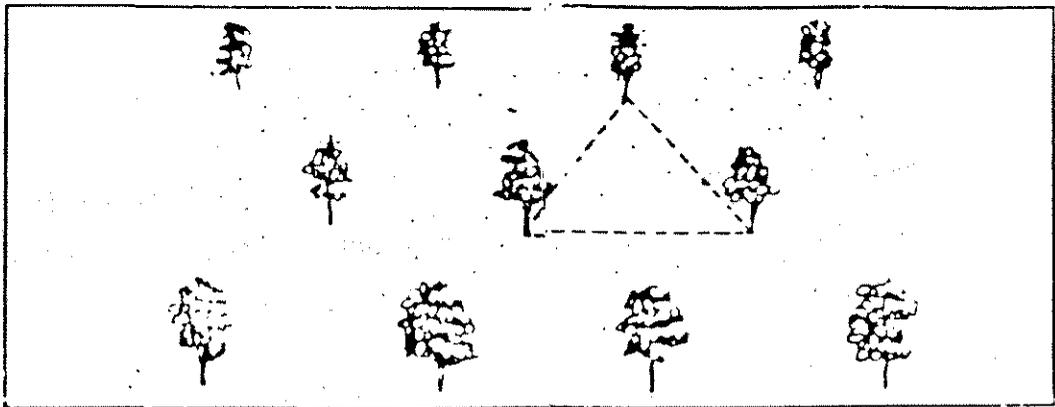


FIGURA 5. Diseño de plantaciones en tres bolillos.

### 3.2.3.2. Segunda fase

Dentro de cada hilera seleccionada se realizó un muestreo sistemático tomando la información de diámetro, altura y vigorosidad de todos los árboles a excepción del primero y el último con el fin de eliminar el efecto de borde.

Las variables que se consideraron para la toma de datos de campo son:

#### **Vigorosidad:**

**Muy Buena:** Representa las condiciones óptimas de crecimiento, tanto en altura como en diámetro.

**Buena:** Presenta buenas condiciones de crecimiento, pero su desarrollo es menor en relación a la primera categoría.

**Regular:** La planta presenta bifurcaciones en sus ramas y el crecimiento no es normal.

**Muerta:** La planta se encuentra totalmente seca.

#### **Medición:**

**Diámetro (cm):** Diámetro basal, medido con cinta diamétrica.

**Altura total (m):** Altura de la planta, desde el nivel del suelo hasta el ápice terminal más alto del árbol.

**Especie:** Las especies evaluadas fueron *Cedrela odorata*, *Bombacopsis quinatum* y *Swietenia humilis*.

Se realizó un análisis de varianza para comprobar estadísticamente si hay diferencia o no entre zonas o especie.

### 3.2.4. Procedimiento de análisis

Para el procesamiento de la información obtenida en el campo, se elaboró la base de datos utilizando el programa computacional Excel 5.0, obteniendo diámetro basal promedio, altura total promedio y para su redacción se empleó Word 6.0.

### 3.2.5 Levantamiento de la información de sitio

Se consideraron las siguientes variables:

**Tipos de suelos:** En cada finca se hizo una calicata en la cual se tomó muestras de suelos, totalizando 11 muestras con el objetivo de determinar la textura del suelo.

**Fertilidad de Suelo:** En cada finca se hizo una calicata en la cual se tomó muestras de suelos, totalizando 11 muestras con el objetivo de determinar la fertilidad del suelo.

**Características del Relieve:** Se determinaron las variaciones de la topografía.

### 3.2.6. Levantamiento de datos para el análisis de costo.

Considerando la información disponible sobre costos de la plantación forestal, se ha basado en presentar datos de costos de mano de obra, insumos, mantenimiento de la plantación y los precios de los jornales, los que se cotizaron en el momento del levantamiento de la información.

El procedimiento utilizado fue definir un marco representativo de actividades, jornales, costos, tipo de costo y totales por manzanas, se analizó la información recopilada en la base de datos, calculándose el promedio de jornales, las unidades y sus costos por manzana y finalmente se calculó el costo promedio con base a los precios vigentes desde 1996, en córdobas.

Con esta información se establecerá la estructura de costos, considerando los tipos de costos en fijos y variables.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Experiencia de los productores en el manejo de las plantaciones

Los productores expresaron que la reforestación fue motivada por PRODEGA, ya que todos ellos se dieron cuenta de los beneficios económicos que se obtienen al reforestar, sobre todo para satisfacer sus necesidades de autoconsumo energético, madera rústica, para cercos e instalaciones ganaderas y con fines comerciales, leña y madera aserrables.

El problema más sentido que se dio de manera generalizada y repetitivo, durante los dos años de la evaluación, fue la entrega de las pseudoestacas para su plantación definitiva en el campo, situación que en muchos casos se agravó por retrasos de las entregas de estas. Además, la entrega de dinero retrasado causó demora en las actividades de mantenimiento.

Otro problema que se presentó fue la falta de asistencia técnica referida particularmente en la etapa final del contrato PRODEGA-PRODUCTOR, donde PRODEGA se compromete a entregar el 100% de los insumos y 50% de la mano de obra en desembolso de dinero y el PRODUCTOR además del terreno, el 50% de gastos de mano de obra.

Se observó el débil control fitosanitario al ataque del Barrenador de yemas que se presentó cuando la especie de *Cedrela odorata* y *Swietenia humilis* alcanzaron una altura aproximada a 0.5 m , provocando un 3.6 % de afectación para las dos especies, la introducción de ganado a la plantación provocó un 4.8 % de daño y el ataque de los zompopos con un 2.6 % los que se llegaron a controlar, pero en el caso del barrenador de yemas el productor no sabía como controlar el ataque debido a la falta de capacitación sobre el manejo de plantaciones por parte de PRODEGA y a la ausencia de los técnicos en el período que le correspondía realizar las visitas a las plantaciones, para dar la asistencia técnica adecuada a los productores.

Cuadro 1. Daños causados por ataque de agentes biológicos, en porcentaje respecto al total Muestreado, Camoapa, 1998.

Especie	DAÑOS A PLANTAS (%)			
	<i>Hypsiphyla grandella</i> (%)	Gallina Ciega (%)	Ganado (%)	Zompopos (%)
<i>Bombacopsis quinatum</i>		-	1.1	0.1
<i>Cedrela odorata</i>	1.8	-	1.6	1.1
<i>Swietenia humilis</i>	1.8	-	2.1	1.4
Promedio %	3.6 %	-	4.8 %	2.6 %

#### 4.2. Beneficio económico-ambiental de las plantaciones

El enfoque económico-ambiental, trata de agregar el valor económico de los productos no expresados en el ingreso del productor y no reflejado en la calidad de vida, debido a que se deben realizar sobre otros componentes del ambiente diferentes del hombre entre ellos se identifica la disponibilidad de leña, la reducción de la tala de bosque y reducción de las quemas.

Las plantaciones forestales realizarán una importante aportación de leña, postes, madera rústica y otros que de manera directa se traduce en mayores ingresos por venta, se ahorrará por su disponibilidad cercana para obtención, evitando el costo de viajar para adquirirlas y también la reducción de la presión al bosque natural.

#### 4.3. Porcentaje de Mortalidad 1997-1998.

El cuadro 2, presenta los niveles de mortalidad en las tres zonas evaluadas y clasificadas de acuerdo a condiciones edafoclimáticas diferentes, obteniendo los siguientes resultados:

Camoapa (Zona I): El porcentaje de mortalidad en 1997 fue de 33.1% y en 1998 de 30 % con un promedio de 31.55%.

La Masigue (Zona II): El porcentaje de mortalidad en 1997 fue de 33.7% y en 1998, del 28.3 % con un promedio de 23.15%.

La Embajada (Zona III): El porcentaje de mortalidad para 1997 fue del 15.3%

aumentando al 31.7 % en 1998 con un promedio del 23.5%.

El descenso en muerte en las dos primeras zonas se debió a que hubo menos ataque del barrenador de yemas y las presencia del ganado fue poca, mientras que la zona III incrementó debido a que la mayoría de los productores descuidaron sus plantaciones y por lo tanto hubo mayor incidencia del ataque de los agentes biológicos dañinos.

Cuadro 2. Valores promedios de la mortalidad en porcentaje de las especies plantadas en 1997-1998, Camoapa, 1998.

Ubicación	1997 (%)	1998 (%)	Promedio (%)
Camoapa (zona I)	33.1	30	31.55
La Masigue (zona II)	33.7	28.3	23.15
La Emabajada (zona III)	15.3	31.7	23.5
Promedio%	27.4 %	24.8 %	28.7 %

El cuadro 3, presenta los niveles de mortalidad en las tres diferentes zonas por especie, se observa que el mayor nivel de mortalidad lo tuvo el *Cedrela odorata* con un nivel de mortalidad del 52.1 % seguido del *Bombacopsis quinatum* con un 42.6 %, ambos en la zona I.

Cuadro 3. Valores promedio de la mortalidad en porcentaje de las especies por zona. Camoapa, 1998.

Especie	Zona I (%)	Zona II (%)	Zona III (%)
<i>Bombacopsis quinatum</i>	42.6	16.3	41.0
<i>Swietenia humilis</i>	23.5	29.6	46.9
<i>Cedrela odorata</i>	52.1	47.9	-

#### 4.4. Promedio en altura y diámetro de las especies evaluadas a nivel del municipio de Camoapa, 1998.

El cuadro 4, presenta los promedios de desarrollo en cuanto a las variables diámetro basal y altura total de toda la zona muestreada. La especie que presenta mayor diámetro fue el *Bombacopsis quinatum* con 5.51 cm y altura de 1.53 m (Fig. 6). El crecimiento promedio en diámetro basal de las tres especies para 1998 fue de 4.89 cm y 1.40 en altura total. El incremento medio anual IMA de las tres especies es de 2.44 cm por año en diámetro y 0.70 m por año en altura.

Cuadro 4. Valores comparativos de altura y diámetro de las tres especies evaluadas en las tres zonas del Municipio de Camoapa, 1998.

Especie	Promedio Diámetro basal(cm)	IMA cm/año	Promedio Altura (m)	IMA m/año
<i>B. quinatum</i>	5.51	2.4	1.53	0.76
<i>S. humilis</i>	4.53	2.3	1.39	0.70
<i>C. odorata</i>	4.64	2.3	1.30	0.60
Promedio	4.89 cm	2.4 cm/año	1.40 m	0.70 m/año

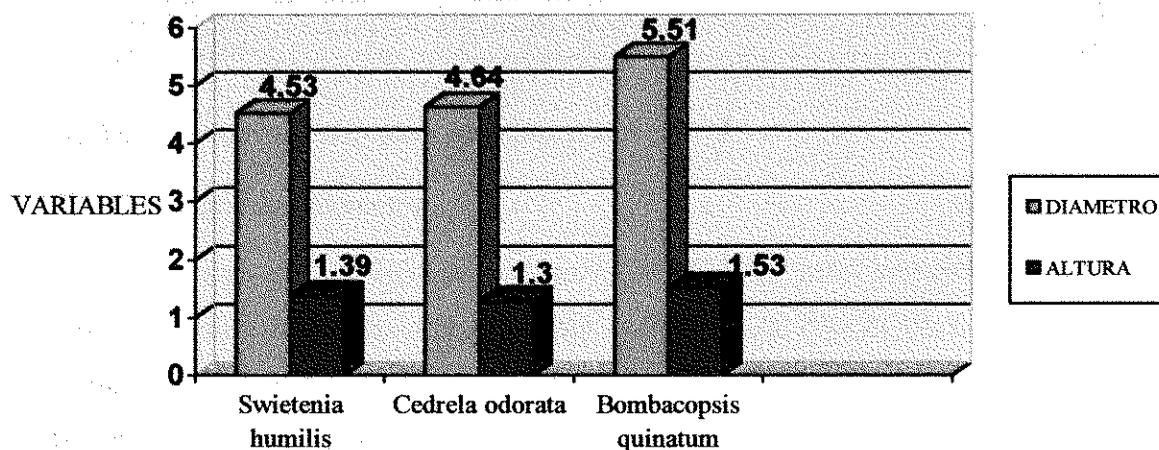


Fig. 6. Valores comparativos de diámetro y altura promedio de las especies evaluadas.

#### 4.5. Valores comparativos entre zonas.

El cuadro 5, presenta los promedios de desarrollo en cuanto a las variables diámetro y altura por zona para cada una de las especies muestreadas, en donde el *Bombacopsis quinatum* para la zona I y II el diámetro es de mayor predominancia con 5.54 y 7.39 cms respectivamente, teniendo una baja en la zona III con 3.74 cms por las condiciones edafoclimáticas a la alta pluviosidad, en cuanto a la altura se presenta el mismo resultado con un promedio de 1.61 y 1.92 m para la especie de *Bombacopsis quinatum*, respectivamente para la zona I y zona II.

Cuadro 5. Valores comparativo de altura y diámetro entre las especies evaluadas a nivel de zona, Camoapa, 1998.

Zona	Variable	Especie			Promedio
		<i>Bombacopsis quinatum</i>	<i>Cedrela odorata</i>	<i>Swietenia humilis</i>	
Zona I	D. basal (cm)	5.54	5.14	4.87	5.18 cm
	IMA (cm/año)	2.77	2.57	2.43	2.59 cm/año
	Altura (m)	1.61	1.55	1.45	1.54 m
	IMA (m/año)	0.80	0.77	0.72	0.76 m/año
Zona II	D. basal (cm)	7.39	4.14	4.64	5.39 cm
	IMA (cm/año)	3.69	2.07	2.32	2.69 cm/año
	Altura (m)	1.92	1.05	1.35	1.44 m
	IMA (m/año)	0.96	0.52	0.67	0.71 m/año
Zona III	D. basal (cm)	3.74	-	4.08	3.91 cm
	IMA (cm/año)	1.87	-	2.04	1.95 cm/año
	Altura (m)	1.06	-	1.8	1.22 m
	IMA (m/año)	0.53	-	0.69	0.61 m/año

#### 4.5.1. Análisis de varianza para especies y zonas

##### 4.5.1.1. Crecimiento en diámetro

Se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) para comprobar el grado de significancia entre las especies y las zonas además de la Prueba de Rango Múltiple de Duncan, encontrándose de que no hay diferencia significativa tanto entre las especies como entre zonas en el crecimiento en diámetro y altura.

Cuadro 6. Tabla del ANDEVA en diámetro basal.

Fuente de variación	Gl	Sc	CM	Fc
Zonas	2	14.43	7.21	0.16
Especies	2	9.19	4.59	0.10
Error	4	182.76	45.69	-

### Prueba de Duncan

#### Diámetro por especies

$$R_p = r_p \alpha_{g,le,p} * S_y$$

$$S_y = \sqrt{CME/3}$$

$$R_p = 4.01 * 3.90$$

$$S_y = 3.90$$

$$R_p = 15.63$$

$$R_p = r_p \alpha_{g,le,p} * S_y$$

$$S_y = \sqrt{CME/2}$$

$$R_p = 4.01 * 4.77$$

$$S_y = 4.77$$

$$R_p = 19.12$$

Cuadro 7. Cálculo de los valores críticos de Duncan para diferentes rangos de comparación.

#### "P", número de medias involucradas en el rango de comparación.

	2	3
$r_{p5\%,4gl}$	3.93	4.01
$S_y$	4.77	3.90
$R_p$ al 5 %	<b>19.12</b>	<b>15.63</b>

Cuadro 8. Comparación de medias para determinar las diferencias significativas de acuerdo al criterio de Duncan por especie y zona en diámetro.

Medias por especie (Diámetro)	<i>Bombacopsis quinatum</i> 5.55	<i>Cedrela odorata</i> 4.64	<i>Swietenia humilis</i> 4.53	Rp 5%
5.55	0	0.91 NS*	1.02 NS*	19.12
4.64	-	0	0.11 NS*	15.63
4.53	-	-	0	-

\*NS: No significativo

Los valores críticos (Rp5%) son mayores que la diferencia de medias, esto indica que no hay diferencia significativa de las especies en diámetro.

Cuadro 9. Prueba de medias del diámetro por zonas

Medias por zonas (Diámetro)	Zona II 5.39	Zona I 5.18	Zona III 3.91	Rp 5%
5.39	0	0.21 NS	1.48 NS	19.62
5.18	-	0	1.27 NS	15.63
3.91	-	-	0	-

Los valores críticos (Rp5%) son mayores que la diferencia de medias, esto indica que no hay diferencia significativa por zona en diámetro.

#### 4.5.1.2. Crecimiento en altura.

Cuadro 10. Tabla del ANDEVA en altura total.

Fuente de variación	Gl	Sc	CM	Fc
Zonas	2	0.59	0.29	0.08
Especies	2	1.84	0.92	0.25
Error	4	14.24	3.56	-

#### Prueba de Duncan

##### Por especie

$$R_p = r_p \alpha_{g, l, p} * S_y$$

$$S_y = \sqrt{CME/3}$$

$$R_p = 4.01 * 1.08$$

$$S_y = 1.08$$

$$R_p = 4.33$$

$$R_p = r_p \alpha_{g, l, p} * S_y$$

$$S_y = \sqrt{CME/2}$$

$$R_p = 3.93 * 1.33$$

$$S_y = 1.33$$

$$R_p = 5.22$$

Cuadro 11. Cálculo de los valores críticos de Duncan para diferentes rangos de comparación.

**“P”, número de medias involucradas en el rango de comparación.**

	2	3
<b>Rp5%,4gl</b>	3.93	4.01
<b>Sy</b>	1.08	1.33
<b>Rp</b>	<b>5.22</b>	<b>4.33</b>

Cuadro 12. Comparación de medias para determinar las diferencias significativas de acuerdo al criterio de Duncan por especie y zona en altura.

Medias por especie (Altura)	<i>Bombacopsis quinatum</i>	<i>Cedrela odorata</i>	<i>Swietenia humilis</i>	Rp 5%
1.53	1.53	1.30	1.39	
1.53	0	0.23 NS	0.14 NS	5.22
1.30	-	0	0.09 NS	4.33
1.39	-	-	0	-

Los valores críticos (Rp5%) son mayores que la diferencia de medias, esto indica que no hay diferencia significativa de las especies en altura.

Cuadro 13. Prueba de Duncan para la altura por zona.

Medias por zonas (Altura)	Zona I	Zona II	Zona III	Rp5%
	1.54	1.44	1.22	
1.54	0	0.10 NS*	0.32 NS*	5.22
1.44	-	0	0.22 NS*	4.33
1.22	-	-	0	-

NS: No significativo

Los valores críticos (Rp5%) son mayores que la diferencia de medias, esto indica que no hay diferencia significativa por zonas en altura.

#### **4.6. Característica edáficas de los sitios de plantación.**

El cuadro 14, presenta el resultado de las calicatas hechas en cada finca con un laboratorio portátil para análisis de suelo, esto de acuerdo a la velocidad de descomposición de la materia orgánica, humedad, pH y contenido de nutrimento presente y de acuerdo a los rangos establecidos por Quintana et al (1983) (Anexo 4), la textura que presenta este tipo de suelo en su mayoría es Franco arcilloso a Arcilloso y la topografía del terreno es ondulado, la fertilidad del suelo es alta ya que hay un alto porcentaje de materia orgánica en el suelo, lo que trae efectos benéficos sobre las propiedades químicas y físicas del suelo favoreciendo la disponibilidad de NPK y otros elementos a través de la mineralización lo que contribuye al desarrollo normal de las plantaciones forestales, cuyos resultados se describen a continuación:

**pH:** De acuerdo al análisis en el campo, la zona I y III presentan suelos de “ligeramente ácidos”(6.2) a “muy ligeramente ácidos”(6.5), respectivamente, lo que puede contribuir a la formación de hongos y la disminución de la fauna en el suelo y las bacteria, mientras que la zona II presenta suelos neutros lo que es favorable para el desarrollo de las plantas, ya que este tipo de plantaciones requiere para su beneficio pH con rangos neutros.

**Nitrógeno:** El porcentaje de nitrógeno presente en las tres zonas es medio, debido a que el nivel de materia orgánica es alta con un rango de 0.08 a 0.12 %, por lo que se le puede encontrar en un nivel aceptable.

**Fósforo:** Se observa un contenido medio para la zona II con 12.33 (ppmi) y zona III con 11.0 (ppmi), respectivamente lo que es importante conservarlo junto con la materia orgánica, sin embargo es más pobre en la zona I, debido que es la zona que tiene menores precipitaciones y el nivel de materia orgánica es más baja que las otras dos zonas con

4.42%.

**Potasio:** A pesar de que el potasio se lava con mayor facilidad, contribuye a la formación de arcillas, por lo que se observa que se encuentra en un nivel medio y los suelos presenta una textura arcilloso a franco arcillosa.

**Materia orgánica:** Por presentarse en alto contenido en el suelo con un rango comprendido entre los 4.42-5.88%, para las tres zonas, sirve de fuente de abastecimiento de nutrimento lo que favorece la mineralización, debido a esto no se observó deficiencia de estos elementos nutritivos favoreciendo tanto en las propiedades químicas como físicas del suelo, aumentando la capacidad de retención del agua, favoreciendo la disponibilidad de N,P,K,S a través de la mineralización regulando el pH y evitando la lixiviación de los micronutrientes.

El uso potencial del suelo en el municipio de Camoapa, es de Af en donde se observa la mayor cantidad de Ha. utilizadas para suelos con vocación agrícola en sistemas agroforestales y que contribuyen al desarrollo de la protección de las zonas boscosas e incentivan al productor a evitar la deforestación (Anexo 5).

Cuadro 14. Valores comparativos de los nutrimento en las tres diferentes zonas en el Municipio de Camoapa, 1998.

Ubicación	PH	P (ppmi)	K (meq/100g)	N (%)	M.O (%)	Textura
Camoapa (zona I)	6.2	9.75	0.27	0.08	4.42	Franco arcilloso
La Masigue (zona II)	7.0	12.33	0.50	0.12	5.88	Arcilloso- Franco arcilloso
La Embajada (zona III)	6.5	11.0	0.42	0.10	5.88	Arcilloso- Franco arcilloso

#### 4.7. Costos de establecimiento y estructura del mismo en la zona I Camoapa.

##### 4.7.1. Costos de establecimiento y mantenimiento de las plantaciones forestales (1996-1998), zona I, Camoapa.

El cuadro 15, presenta el total de jornales en 2 años el cual fue de 172 jornales y un costo de mantenimiento a los dos años es de C\$ 4231 por manzana y para las 8 manzanas un costo de C\$33848. El tipo de actividad (mano de obra, insumos y mantenimiento) es igual para las tres zonas, con la diferencia que en transporte los costos son distintos debido a la diferencia en las distancias.

Cuadro 15. Costos de jornales en las diferentes actividades resultantes de la zona I, 1998.

Actividad	Nº Jornales	Costos CS/Jornal	Costo CS/mz	Total CS/8mz
<b>MANO DE OBRA</b>				
Rozada del terreno	16	15	240	1920
Limpieza y quema	2	15	30	240
Control de zompopos	2	15	30	240
Construcción de cerca	10	15	150	1200
Hoyado y plantado	10	15	150	1200
Replantado	2	15	30	240
Subtotal C\$	42		C\$ 630	C\$ 5040
<b>INSUMOS</b>	<b>Unidad/mz</b>	<b>Costo CS/unidad</b>	<b>Costo CS/mz</b>	<b>Total CS/8mz</b>
Compra de plantas/Transporte	900	0.83	747	5976
Alambre de púas	2 rollos	300	600	4800
Grapas	4 lbs	1.75	7.00	56
Zompopicidas	4 lbs	15	60	480
Fertilizantes	1 qq	160	160	1280
Azadones	2	32.5	65	520
Subtotal C\$			C\$1639	C\$13112
<b>MANTENIMIENTO</b>	<b>Nº Jornales</b>	<b>Costo CS/Jornal</b>	<b>Costo CS/mz</b>	<b>Total CS/8mz</b>
Primer año				
Limpieza a 2 años	32	15	480	3840
Replantación	10	15	150	1200
Caseo a 2 años	20	15	300	2400
Ronda a 1 año	3	17	51	408
Segundo año				
Limpieza a 2 años	32	15	480	3840
Replantación	10	15	150	1200
Caseo a 2 años	20	15	300	2400
Ronda a 1 año	3	15	51	408
Subtotal	130		1962	15696
<b>TOTAL A 2 AÑOS</b>	<b>172</b>		<b>C\$ 4231</b>	<b>C\$ 33848</b>

Fuente: Proyecto de Desarrollo Rural Ganadero PRODEGA

Nota:

- La camionada de 1200 plantas desde el Banco de semillas de León, hasta la zona de Camoapa es de C\$1000 córdobas, por lo que el valor de la planta transportada es de C\$0.83 córdobas.
- El valor de 2000 varas<sup>2</sup> (1 mz), de ronda es de C\$17 córdobas por jornal.

#### 4.7.2. Estructura de costo para las plantaciones de la zona I, Camoapa.

El cuadro 16, presenta todos los costos incurridos en el establecimiento de las plantaciones, las cuales son de tipo costo variable. La estructura de costo es el acomodamiento de las actividades realizadas de acuerdo al tipo de costo. En las tres zonas los tipo de actividades son los mismos, de modo que la estructura se establece similar para las tres zonas.

Cuadro 16. Costos variables de la zona I, 1998.

Actividad	Costos C\$	Tipo de Costos	%	C.V.U
<b>MANO DE OBRA</b>				
Rozada del terreno	1920	Costos Variables	38.0	240
Limpieza y quema	240	Costos Variables	54.76	30
Control de zompopos	240	Costos Variables	4.76	30
Construcción de cerca	1200	Costos Variables	23.8	150
Hoyado y plantado	1200	Costos Variables	23.8	150
Replantado	240	Costos Variables	4.76	30
Subtotal	<b>5040</b>		<b>14.89</b>	
<b>INSUMOS</b>				
Compra de plantas/Transporte	5976	Costos Variables	47.30	747
Alambre de púas	4800	Costos Variables	37.99	600
Grapas	56	Costos Variables	0.44	7.00
Zompopicidas	480	Costos Variables	3.74	60
Fertilizantes	1280	Costos Variables	10.13	160
Azadones	520	Costos Variables	4.11	65
Subtotal	<b>12632</b>		<b>37.31</b>	
<b>MANTENIMIENTO</b>				
Primer año				
Limpieza a 2 años	3840	Costos Variables	48.92	480
Replantación	1200	Costos Variables	15.29	150
Caseo a 2 años	2400	Costos Variables	30.58	300
Ronda a 1 año	408	Costos Variables	5.19	51
Segundo año				
Limpieza a 2 años	3840	Costos Variables	48.92	480
Replantación	1200	Costos Variables	15.29	150
Caseo a 2 años	2400	Costos Variables	30.58	300
Ronda a 1 año	408	Costos Variables	5.19	51
Subtotal			<b>46.36</b>	
<b>TOTAL A 2 AÑOS</b>	<b>33848</b>			<b>4231</b>

Nota:

\*C.V.U: Costo variable por unidad.

#### 4.8. Costos de establecimiento y estructura del mismo en la zona II La Masigue.

##### 4.8.1. Costos de establecimiento y mantenimiento de las plantaciones forestales (1996-1998), zona II La Masigue.

El cuadro 17, presenta el total de jornales en 2 años el cual fue de 172 jornales y un costo de establecimiento a los 2 años de C\$4384 por manzana y para las 7 manzanas un costo de C\$30688.

Cuadro 17. Costos de jornales de las actividades resultantes de la zona II, 1998.

Actividad	Nº Jornales	Costos CS/Jornal	Costo CS/mz	Total CS/7mz
<b>MANO DE OBRA</b>				
Rozada del terreno	16	15	240	1680
Limpieza y quema	2	15	30	210
Control de zompobos	2	15	30	210
Construcción de cerca	10	15	150	1050
Hoyado y plantado	10	15	150	1050
Replantado	2	15	30	210
Subtotal	42		630	4410
<b>INSUMOS</b>	<b>Unidad/mz</b>	<b>Costo CS/unidad</b>	<b>Costo CS/mz</b>	<b>Total CS/7mz</b>
Compra de plantas/Transporte	900	1.00	900	6300
Alambre de púas	2 rollos	300	600	4200
Grapas	4 lbs	1.75	7.00	49
Zompopocidas	4 lbs	15	60	420
Fertilizantes	1 qq	160	160	1120
Azadones	2	32.5	65	455
Subtotal			1792	12544
<b>MANTENIMIENTO</b>	<b>Nº Jornales</b>	<b>Costo CS/Jornal</b>	<b>Costo CS/mz</b>	<b>Total CS/7mz</b>
Primer año				
Limpieza a 2 años	32	15	480	3360
Replantación	10	15	150	1050
Caseo a 2 años	20	15	300	2100
Ronda a 1 año	3	17	51	357
Segundo año				
Limpieza a 2 años	32	15	480	3360
Replantación	10	15	150	1050
Caseo a 2 años	20	15	300	2100
Ronda a 1 año	3	15	51	357
Subtotal	130		1962	13734
<b>TOTAL A 2 AÑOS</b>	172		4384	30688

Fuente: Proyecto de Desarrollo Rural Ganadero PRODEGA

Nota:

- La camionada de 1200 plantas desde el Banco de semillas de León, hasta la zona de La Masiguito es de C\$1200 córdobas, por lo que el valor de la planta transportada es de C\$1.00 córdoba.
- El valor de 2000 varas<sup>2</sup> (1 mz), de ronda es de C\$17 córdobas por jornal.

#### 4.8.2. Estructura de costo zona II La Masigue, 1998.

El cuadro 18, presenta todos los costos incurridos en el establecimiento de las plantaciones, las cuales son de tipo costo variable.

Cuadro 18. Costos variables de la zona II, 1998.

Actividad	Costos CS	Tipo de Costos	%	C.V.U
<b>MANO DE OBRA</b>				
Rozada del terreno	1680	Costos Variables	38.09	240
Limpieza y quema	210	Costos Variables	4.76	30
Control de zompopos	2210	Costos Variables	4.76	30
Construcción de cerca	1050	Costos Variables	23.80	150
Hoyado y plantado	1050	Costos Variables	23.80	150
Replantado	210	Costos Variables	4.76	30
Subtotal	<b>4410</b>		<b>14.37</b>	
<b>INSUMOS</b>				
Compra de plantas/Transporte	6300	Costos Variables	50.22	
Alambre de púas	4200	Costos Variables	33.48	
Grapas	49	Costos Variables	0.39	
Zompopicidas	420	Costos Variables	3.34	
Fertilizantes	1120	Costos Variables	8.92	
Azadones	455	Costos Variables	3.62	
Subtotal	<b>12544</b>		<b>40.87</b>	
<b>MANTENIMIENTO</b>				
Primer año				
Limpieza a 2 años	3360	Costos Variables	48.92	480
Replantación	1050	Costos Variables	15.29	150
Caseo a 2 años	2100	Costos Variables	30.58	300
Ronda a 1 año	357	Costos Variables	5.19	51
Segundo año				
Limpieza a 2 años	3360	Costos Variables	48.92	480
Replantación	1050	Costos Variables	15.29	150
Caseo a 2 años	2100	Costos Variables	30.58	300
Ronda a 1 año	357	Costos Variables	5.19	51
Subtotal			<b>44.74</b>	
<b>TOTAL A 2 AÑOS</b>	<b>30688</b>			<b>4384</b>

Nota:

\*C.V.U: Costo variable por unidad.

#### 4.9. Costos de establecimiento y estructura del mismo en la zona III, La Embajada.

##### 4.9.1. Costos de establecimiento y mantenimiento de las plantaciones forestales (1996-1998), zona III La Embajada.

El cuadro 19, presenta el total de jornales en 2 años el cual fue de 172 jornales y un costo de mantenimiento a los 2 años de C\$4834 y para las 12 manzanas un costo de C\$58008.

Cuadro 19. Costos de jornales de las actividades resultantes de la zona III, 1998.

Actividad	Nº Jornales	Costos CS/Jornal	Costo CS/mz	Total CS/12 mz
<b>MANO DE OBRA</b>				
Rozada del terreno	16	15	240	2880
Limpieza y quema	2	15	30	360
Control de zompopos	2	15	30	360
Construcción de cerca	10	15	150	1800
Hoyado y plantado	10	15	150	1800
Replantado	2	15	30	360
Subtotal	42		630	7560
<b>INSUMOS</b>	<b>Unidad/mz</b>	<b>Costo CS/unidad</b>	<b>Costo CS/mz</b>	<b>Total CS/12 mz</b>
Compra de plantas/Transporte	900	1.5	1350	16200
Alambre de púas	2 rollos	300	600	7200
Grapas	4 lbs	1.75	7.00	84
Zompopícidas	4 lbs	15	60	720
Fertilizantes	1 qq	160	160	1920
Azadones	2	32.5	65	780
Subtotal			2242	26904
<b>MANTENIMIENTO</b>	<b>Nº Jornales</b>	<b>Costo CS/Jornal</b>	<b>Costo CS/mz</b>	<b>Total CS/12 mz</b>
Primer año				
Limpieza a 2 años	32	15	480	5760
Replantación	10	15	150	1800
Caseo a 2 años	20	15	300	3600
Ronda a 1 año	3	17	51	612
Segundo año				
Limpieza a 2 años	32	15	480	5760
Replantación	10	15	150	1800
Caseo a 2 años	20	15	300	3600
Ronda a 1 año	3	15	51	612
Subtotal	130		1962	23544
<b>TOTAL A 2 AÑOS</b>	172		4834	58008

Fuente: Proyecto de Desarrollo Rural Ganadero PRODEGA

Nota:

- La camionada de 1200 plantas desde el Banco de semillas León, hasta la zona III, es de C\$1800 córdobas, por lo que el valor de la planta transportada es de C\$1.5 córdoba.
- El valor de 2000 varas<sup>2</sup> (1 mz), de ronda es de C\$17 córdobas por jornal.

#### 4.9.2. Estructura de costo zona III La Embajada, 1998.

El cuadro 20, presenta todos los costos incurridos en el establecimiento de las plantaciones, las cuales son de tipo costo variable.

Cuadro 20. Costos variables de la zona III, 1998.

Actividad	Costos CS	Tipo de Costos	%	C.V.U
<b>MANO DE OBRA</b>				
Rozada del terreno	2880	Costos Variables	38.09	240
Limpieza y quema	360	Costos Variables	4.76	30
Control de zompopos	360	Costos Variables	4.76	30
Construcción de cerca	1800	Costos Variables	23.80	150
Hoyado y plantado	1800	Costos Variables	23.80	150
Replantado	360	Costos Variables	4.76	30
Subtotal	<b>7560</b>		<b>13.03</b>	
<b>INSUMOS</b>				
Compra de plantas/Transporte	16200	Costos Variables	60.21	1350
Alambre de púas	7200	Costos Variables	29.76	600
Grapas	84	Costos Variables	0.31	7.00
Zompopicidas	720	Costos Variables	2.67	60
Fertilizantes	1920	Costos Variables	7.13	160
Azadones	780	Costos Variables	2.89	65
Subtotal	<b>26904</b>		<b>46.37</b>	
<b>MANTENIMIENTO</b>				
Primer año				
Limpieza a 2 años	5760	Costos Variables	48.92	480
Replantación	1800	Costos Variables	15.29	150
Caseo a 2 años	3600	Costos Variables	30.52	300
Ronda a 1 año	612	Costos Variables	5.19	51
Segundo año				
Limpieza a 2 años	5760	Costos Variables	48.92	480
Replantación	1800	Costos Variables	15.29	150
Caseo a 2 años	3600	Costos Variables	30.52	300
Ronda a 1 año	612	Costos Variables	5.19	51
Subtotal			<b>40.58</b>	
<b>TOTAL A 2 AÑOS</b>	<b>58008</b>			<b>4834</b>

Nota:

\*C.V.U: Costo variable por unidad.

#### 4.10. Comparación del comportamiento de costos en las tres zonas.

En forma general los cuadros 15, 17 y 19 representan los costos detallados de las tres diferentes zonas en cuanto a mano de obra, insumo y mantenimientos, donde se observa una variación entre ellas en los costos debido a la diferencia del número de manzanas por zonas y los costos de transporte que implicaba una variación de distancias entre las zonas evaluadas.

**Cuadro 21. Costos totales por zonas a los dos años de establecidas las plantaciones**

Zona	Nº de manzanas	Costo totales de las plantaciones a los 2 años	
		Córdobas (C\$)	Dólares (\$)
Zona I	8	33,848	3,841.9
Zona II	7	30,688	3,483.3
Zona III	12	58,008	6,584.3
<b>Total</b>	<b>27 Mz</b>	<b>C\$ 122,544</b>	<b>\$ 13,849.5</b>

El valor estimado en córdobas para las 27 manzanas en las tres zonas del Municipio de Camoapa es de C\$ 122,544 equivalente a \$ 13,849.5 (el valor del dólar para 1996 es de 8.81 x 1 dólar).

## V. CONCLUSIONES

- La mortalidad fue de 28.7 %, esto se debió a que las plantas fueron establecidas en fecha que no correspondían con la época de plantación (octubre), además algunos productores no le dieron el mantenimiento adecuado y las medidas de las pseudoestacas no eran las correspondientes.
- Las plantaciones maderables establecidas en 1996 alcanzaron un IMA en altura para las tres zonas de 0.70 m/año y un diámetro basal de 2.44 cm/año, lo que determina un buen desarrollo en comparación con otras plantaciones establecidas en sitios cercanos.
- Los niveles de N,P,K, contenido en los suelos donde se recolectaron las muestras presentaron un alto nivel de estos nutrientes, un alto contenido de materia orgánica contenido en el suelo con un promedio de 15.39%, posee un uso potencial del suelo de Af con mayor número de hectáreas utilizadas para suelos con vocación agrícola en sistemas agroforestales.
- La falta de un número mayor de caseo contribuyó a la pérdida de plántulas, sobretodo durante el período lluvioso y plantaciones que se establecieron en áreas de pastos o coyolillos lo que hizo necesario realizar cuatro caseos al año, significando la inversión de dos caseos fuera de lo estipulado por el proyecto.
- Los costos de establecimiento de la plantación por manzana a los dos años es de C\$4231 córdobas para la zona I, C\$4384 córdobas para la zona II y la zona III es de C\$4834 por lo que se puede observar que el mayor porcentaje de insumos lo obtuvo la zona III con el 46.37 % de gastos en comparación con las otras zonas por presentar un número menor de áreas y por encontrarse a diferentes distancias.
- No se encontró ninguna diferencia significativa a nivel estadístico entre las especies y las zonas tanto en diámetro como en altura.

## VI. RECOMENDACIONES

- Promocionar el incremento de superficie de plantaciones forestales con especies maderables.
- Elaborar un programa de capacitación técnico administrativo dirigidos a productores y técnicos, relacionado con los requerimientos agroecológicos de las especies utilizadas, lo mismo que con su manejo.
- Recomendar al productor la aplicación de podas de formación y raleos, cuando los árboles comienzan a cerrar copas.
- Reducir los costos a través de la instalación de los viveros en los lugares de plantación para así evitar gastos de transporte y compra de plantas a viveros.
- Limpieza de mantenimiento 4 veces al año, sobre todo cuando se da un período lluvioso intenso.
- En cada zona montar un diseño experimental en bloques completamente al azar o parcelas de muestreo permanente (PMP), con el fin de realizar un análisis más exhaustivo del crecimiento.

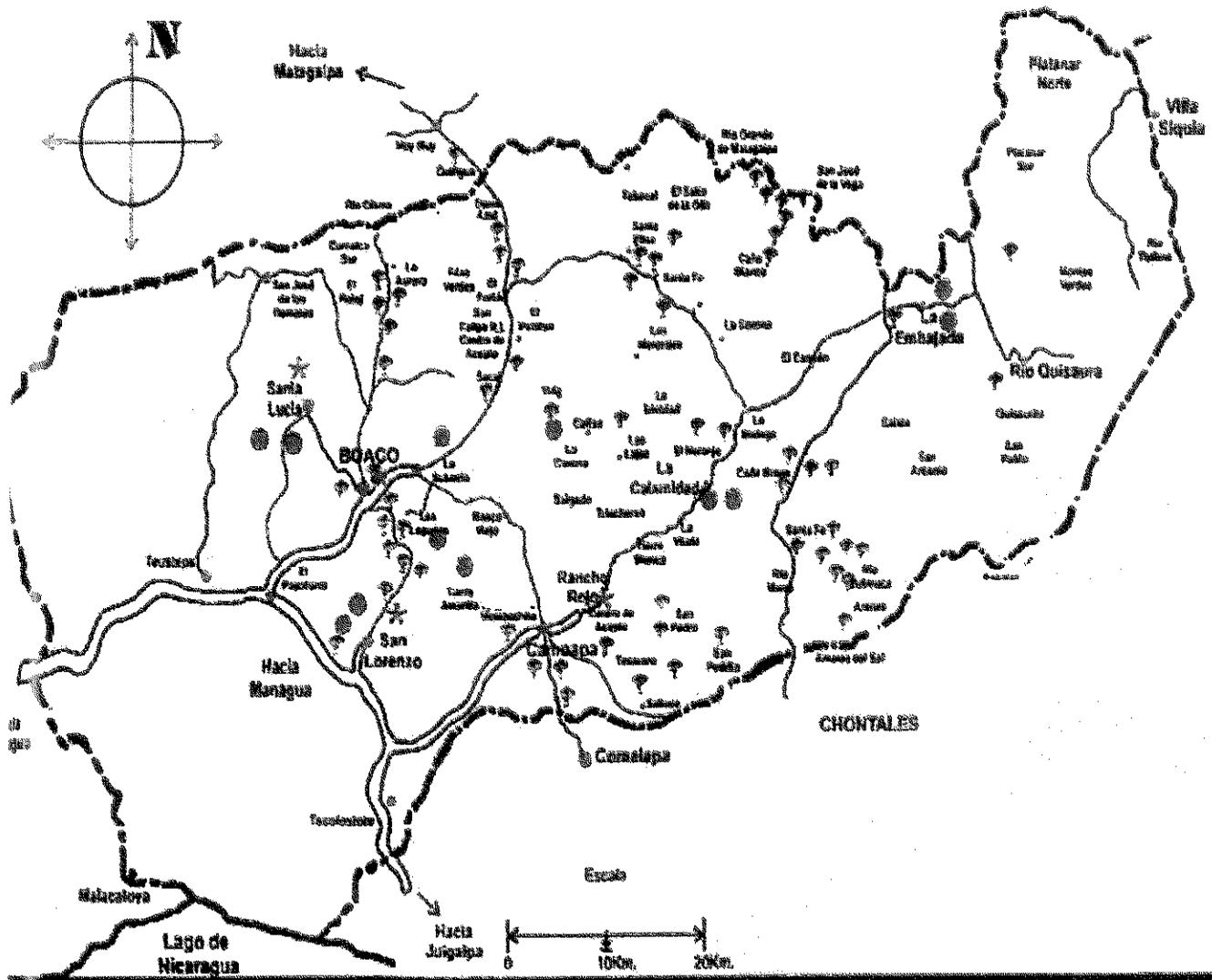
## VII. BIBLIOGRAFIA

- AGUILAR, FLORES. H, 1997. Informe general de Plantaciones forestales, Boaco. Proyecto de desarrollo rural y ganadero PRODEGA, 12 Pag.
- ARAGON M. M. 1995. Diagnóstico Rural-Boaco. Proyecto Nacional de Desarrollo Rural (PNDR), 23 Pag.
- CALERO, 1987, Curso Básico sobre plantaciones forestales. 90 Pag.
- FASSBENDER, W.L. 1969. Deficiencia y fijación de fósforo en suelos derivados de cenizas volcánicas en América central. In panel sobre suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina. Turrialba Costa Rica, 447 Pag.
- GONZALO DE LAS SALAS. 1987. Suelos y Ecosistemas Forestales con énfasis en América Tropical. Servicio Editorial IICA, San José, Costa Rica. 447 Pag.
- GOMEZ, M. REICHE, C. Costos de establecimiento y manejo de plantaciones Forestales y sistemas agroforestales en Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE, 1996. 447 Pag.
- HOLDRIDGE, L.R. 1978. Ecología basada en zonas de vida traducido por Humberto Jiménez Saa. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Serie libros y materiales educativos N°34. San José, Costa Rica. 447 Pag.
- PEDROZA, H. 1993. Fundamentos de experimentación agrícola. Centro de estudios de ecodesarrollo para el trópico. Editora de arte, 1993. 264 Pag.
- QUINTANA et al. 1983. Rango de clasificación aproximada de nutrientes en suelos de Nicaragua.
- ROJAS, F. 1997. Plantaciones Forestales. Cartago, Costa Rica. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Centro de Información Tecnológica 1997. 114 Pag.
- SALAS, J.B 1993. Arboles de Nicaragua. IRENA, SFN. Departamento de ecología Forestal. Managua, Nicaragua (En proceso de Publicación).
- SERVICIO FORESTAL NACIONAL. 1992. Caoba *Swietenia humilis*. MARENA, panfleto.
- SERVICIO FORESTAL NACIONAL. 1992. Cedro Real *Cedrela odorata*. MARENA,

panfleto.

- SERVICIO FORESTAL NACIONAL. 1992. Pochote *Bombacopsis quinatum*. MARENA, panfleto.
- SOMBROECK, W.G. 1966. Amazons soils, a reconnaissance of the Brazilian Amazon región. PUDOC. Wageningen 292 Pag.
- TRAVISSANY, G. 1997. Revista PRODEGA en marcha. Proyecto de Desarrollo ganadero. 56 Pag.
- WILLIAMS, C.N, JOSPH, K.T. 1973. Climate, soil and crpo, production in the tropics. Revised edition, Oxford University Press. 177 Pag..
- WHITMORE, J.L. 1973. Studies on the Shootborer *Hipsyphylla gradella* (zeller), Lep. Pyralidae. 56 Pag.
- ZAMORA, O. 1997. Revista PRODEGA en marcha. Proyecto de Desarrollo Ganadero, 58 Pag.
- ZOOTTL, H.W; TSCHINKEL, H.M. 1971. Nutrición y fertilización forestal, una guía Práctica. Medellín, centro de publicaciones de la Universidad Nacional de Colombia. 116 Pag.

# **A N E X O S**



Fuente: PRODEGA, 1998.

## Simbología:

-  Límite Departamental
-  Carretera asfaltada
-  Camino secundario
-  Ciudades
-  Caseríos
-  Sistemas Agroforestales
-  Viveros
-  Plantaciones Forestales

### ANEXO 1

**Ubicación de las plantaciones de PRODEGA a nivel de Toda la región de Boaco**

## ANEXO 2

### HOJA TECNICA DE CAMPO

Fecha: \_\_\_\_\_

#### 1. INFORMACIONES GENERALES:

Nombre o razón social del solicitante: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_

Nombre de la finca: \_\_\_\_\_

Ubicación de la finca: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Departamento \_\_\_\_\_ Municipio: \_\_\_\_\_

Comarca: \_\_\_\_\_

Area total de la finca: \_\_\_\_\_ hectáreas

Distancia al poblado más cercano y a la cabecera departa-  
mental: \_\_\_\_\_ Kms, \_\_\_\_\_ Kms.

Vías de acceso: \_\_\_\_\_

Actividad principal de la finca: \_\_\_\_\_

Area total a reforestar previsto a largo plazo: \_\_\_\_\_ Ha

Area a reforestar en esta solicitud: \_\_\_\_\_ Ha.

#### 2. DATOS ECOLOGICOS DE LA PROPIEDAD:

2.1. Suelo: arcilloso: \_\_\_\_\_ franco \_\_\_\_\_ arenoso \_\_\_\_\_

Presencia de talpetate: \_\_\_\_\_ 40 cm \_\_\_\_\_ 40 cm \_\_\_\_\_

2.2. Topografía: plano \_\_\_\_\_ ondulado \_\_\_\_\_ accidentado \_\_\_\_\_

2.3. Presencia de piedras en el suelo:

\_\_\_\_\_ No. \_\_\_\_\_ pequeñas \_\_\_\_\_ grandes

2.4. Precipitación anual:

600 mm \_\_\_\_\_ 1000 mm \_\_\_\_\_ 2000 mm \_\_\_\_\_ 2000 mm. \_\_\_\_\_

2.5. Meses de lluvias:

desde: \_\_\_\_\_ hasta: \_\_\_\_\_

2.6. Meses de canícula:

desde: \_\_\_\_\_ hasta: \_\_\_\_\_

2.7. Altura sobre el nivel del mar:

500 m \_\_\_\_\_ 500 a 1000 m \_\_\_\_\_ 1000 m \_\_\_\_\_

2.8. Fuentes de agua: (describir) \_\_\_\_\_

permanente: \_\_\_\_\_ si \_\_\_\_\_ no

### 3. DESCRIPCION DE LA PLANTACION:

3.1. Objetivo de la plantación: (energética) \_\_\_\_\_

Industrial \_\_\_\_\_ otra (cual) \_\_\_\_\_

3.2. Hay plan de manejo de la finca: Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

3.3. Especies utilizada: \_\_\_\_\_

3.4. Espaciamiento: \_\_\_\_\_ Número planta/ha: \_\_\_\_\_

3.5. Tiempo de rotación: \_\_\_\_\_ años.



## ANEXO 4

### Rango de Clasificación Aproximada de Nutrientes en Suelos de Nicaragua (Quintana et al., 1983).

pH	Clasificación
< 4.6	Extremadamente ácido
4.6 - 5.2	Muy frecuentemente ácido
5.2 - 5.6	Fuertemente ácido
5.6 - 6.2	Medianamente ácido
6.2 - 6.6	Ligeramente ácido
6.6 - 6.8	Muy ligeramente ácido
6.8 - 7.2	Neutro
7.2 - 7.4	Muy ligeramente alcalino
7.4 - 7.8	Ligeramente alcalino
7.8 - 8.4	Medianamente alcalino
8.4 - 8.8	Fuertemente alcalino
8.8 - 9.4	Muy frecuentemente alcalino
> 9.4	Extremadamente alcalino

### Capacidad de Intercambio de Catiónico.

<5	meq/100 g suelo	Muy baja
5 - 15	meq/100 g suelo	Baja
15 - 25	meq/100 g suelo	Media
25 - 40	meq/100 g suelo	Alta
>40	meq/100 g suelo	Muy alta

### Rango de contenidos de macronutrientes.

Nutrientes	Unidades	Pobre	Medio	Alto
Nitrógeno (N)	%	< 0.07	0.07 - 0.15	>0.15
Fósforo P	ppm	< 10	10 - 20	>20
Potasio K	meq/100 g	< 0.2	0.2 - 0.3	>0.3
Calcio Ca	meq/100 g	< 2.5	2.5 - 5.5	>5.5
Magnesio Mg	meq/100 g	< 0.3	0.3 - 1.0	>1.0
Mat. Orgánica	%	< 2	2 - 4	>4

### Rangos de contenidos de micronutrientes (extracción Olsen )

Nutriente	Unidades	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto
Hierro (Fe)	ppm	5 - 10	10 - 16	16 - 21	21-2
Zinc (Zn)	ppm	1 - 2	2.1 - 3.1	3.1 - 4.2	4.2 - 5.3
Cobre (Cu)	ppm	0.2 - 0.8	0.8 - 1.5	1.5 - 2.2	2.2 - 3.0

## ANEXO 5

### USO POTENCIAL DEL SUELO DEL DEPARTAMENTO DE BOACO.

Simbolo	Categoría	Descripción
A1	Suelos de vocación para cultivos anuales, Semiperennes	Presenta condiciones apropiada para la producción sostenible de cultivos anuales. Se recomienda la aplicación de fertilizantes, incorporación de abono verdes y debe implementarse la rotación de cultivos.
A2	Suelos de vocación para cultivos anuales de uso extensivo, semiperennes y perennes de uso intensivo	Presentan condiciones para cultivos anuales de uso extensivo. Se recomienda lo descrito para la categoría A1. Agregando los cultivos de cobertura, establecimiento de cultivos en terrazas y barreras vivas de plantas perennes densas.
Af	Suelos de vocación Agrícolas en Sistemas agroforestales y/o producción intensiva y extensiva.	Presentan condiciones ambientales propias para esta actividad. Estos suelos deben de utilizarse en base a una relación de 20% de cultivos anuales, 50% de cultivos perennes de habitat boscoso y 30% con vegetación forestal para aprovechamiento extensivo. Cultivos anuales para subsistencia, y además deben de establecerse con terrazas, barreras vivas e incorporación de rastrojos.
Pe	Suelos de vocación pecuaria y/o cultivos especiales	Por presentar condiciones especiales de drenaje y de texturas, son aptos para ambas actividades. Deben realizarse algunas obras de ingeniería como canales de desagüe o de riego y seleccionar cultivos resistentes a problemas de drenaje.
Pe	Suelos de vocación pecuaria	Presentan condiciones básicas para esta actividad de forma extensiva. Deben utilizarse con cultivares que se adaptan ecológicamente a la región, en asocio con especies fijadoras.
Sp	Suelo de vocación pecuaria asociada con producción forestal extensiva	Tienen condiciones apropiadas para la producción de pastos asociados a la explotación forestal extensiva. Estos territorios deben utilizarse en una relación de 40% de pastizales de manejo extensivo y 50% de vegetación forestal para aprovechamiento extensivo.
Fe	Suelos de vocación forestal para el aprovechamiento extensivo de especies latifoliadas.	Territorios que tienen limitaciones de pendiente y pedregosidad tanto en el suelo como en la superficie. Su uso mas adecuado es el aprovechamiento forestal, acompañado de un plan de manejo integral.
Te	Suelo de vocación apto para la conservación de la flora y la fauna	Por diferentes condiciones están b ajo esta categoría. Pueden presentarse en cualquier tipo de relieve, pendientes, drenaje, profundidad y texturas. Muchos de estos territorios además de conservar la flora y la fauna, protegen las riveras de los rios, lo mismo que sus cabeceras, así como las playas de los lagos o embalses artificiales.

### Uso potencial del suelo por municipio ( hectárea )

Simb.	Boaco	Camoapa	San José de los Remates	Teustepe	San Lorenzo	Santa Lucia	Total (Ha)	%
A1	115	1.158	2.622	2959	718	341	7913	1.90
A2	10.414	21.832	531	2.419	2.148	1.373	38.717	9.30
Af	11.883	51.798	-	-	-	-	63.681	15.20
Pe	4.409	3.210	-	7.429	19.140	637	34.825	8.30
Pe	3.679	5.768	-	1.609	253	-	11.309	2.70
Sp	11.612	30.650	1.651	4.139	4.748	251	52.561	12.60
Fe	52.296	19.965	20.999	34.191	10.008	5.424	142.883	34.20
Te	14.273	13.948	2.243	11.827	19.436	4.052	65.779	15.70
TOTAL	106.681	148.329	28.046	64.573	55.961	12.078	417.668	100.00