

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Los bosques del noroccidente de nuestro país cada vez se encuentran amenazados por la explotación maderera por parte de diferentes compañías e industria como la minería, la construcción de camaroneras, las plantaciones de banano, palma africana y monocultivos, que se aumentan en la zona. Además el ingreso de colonos, los cuales utilizan deficientes prácticas en la agricultura y la ganadería, hace que los bosques del sector se vean en peligro de desaparecer.

Por esta razón la Fundación Jatun Sacha creó la Estación Biológica Bilsa hace 16 años. Se encuentra dentro de la bioregión del Chocó, una zona muy húmeda, rica en diversidad y endemismo de especies, pero al mismo tiempo en peligro de extinción.

En el proyecto de investigación se utilizó especies nativas en cuatro bloques que se encuentran junto al proyecto de reforestación entre Conservación Internacional y la Fundación Jatun Sacha, cuyo objetivo es capturar CO₂.

El proyecto de investigación se realizó dentro de la Estación Biológica Bilsa con el objetivo principal de determinar el crecimiento de especies nativas reforestadas en líneas en bosque secundario durante el primer año.

1.1. El problema

La deforestación en la costa a consecuencia de la tala de Manglares para la creación de camaroneras y la alta destrucción de los bosques por diferentes compañías madereras, seguidos por la colonización y sus malas prácticas en el manejo de sus fincas, plantaciones de palma africana, bananeras, monocultivos de ciclo corto hacen que al momento solamente el 4% del bosque nativo se mantenga dentro de la montañas de Mache en la provincia de Esmeraldas (CDC, Fundación Natura, Fundación Jatun Sacha y World Parks Endowment 1996).

La falta de control por parte del Ministerio del Ambiente hace que se acelere la destrucción de los bosques permitiendo de esta manera la pérdida de especies tanto de flora como fauna. Además hace falta capacitación relacionadas a la educación ambiental e incentivos a la ejecución de proyectos de reforestación y la búsqueda de alternativas para la protección y conservación de los bosques tropicales en la zona.

Por encontrarse junto a un área protegida, la Reserva Ecológica Mache Chindul (REMACH), la problemática de la tenencia de tierras es un obstáculo que dificulta la búsqueda de proyectos, los cuales mejorarían la calidad de vida de las comunidades en la zona de influencia.

1.2 Justificación

Desde hace muchos años la mayoría de los proyectos de reforestación en nuestro país se han realizado con especies introducidas, tanto de pinos como de eucaliptos con fines de construcción y para la extracción de pulpa de papel y otros.

En este caso, dentro de la Estación Biológica Bilsa para el proyecto de reforestación, se utilizaron especies nativas, se realizan en las comunidades capacitación en educación ambiental, proyectos agroforestales, manejo de cacao y protección de los ríos.

La Estación Biológica Bilsa, con sus 16 años de experiencia en conservación, reforestación, proyectos comunitarios e investigación, es una de las primeras y más grandes reservas privadas en la provincia de Esmeraldas que maneja uno de los remanentes de bosque tropical de la costa Ecuatoriana. Además la Fundación ha ganado uno de los primeros proyectos de secuestro de carbono en la costa ecuatoriana junto con PROFAFOR, los cuales podrían ser replicados en las comunidades.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Determinar el crecimiento de especies nativas reforestadas en líneas, en bosque secundario

1.3.1.1 Objetivos específicos

- Medir la sobrevivencia, el crecimiento del diámetro basal y el crecimiento en altura de las especies en las líneas de reforestación dentro del bosque secundario.
- Seleccionar las especies de mayor sobrevivencia y crecimiento para proyectos de enriquecimiento dentro del bosque secundario.
- Identificar las plagas y enfermedades que afecten el crecimiento de las especies nativas.

1.4 Hipótesis

Ho: El crecimiento de las 7 especies nativas utilizadas en los 4 bloques de reforestación es igual.

Ha: El crecimiento de al menos una de las especies nativas utilizadas en los 4 bloques de reforestación presentará un mayor crecimiento.

CAPÍTULO II

REVISION DE LITERATURA

2.1 Información general de la temática

El Ecuador en sus 253.370 km² se divide en 4 regiones naturales: costa, sierra, amazonía y Galápagos (Albuja et al., 1980). Nuestro país presenta una de las diversidades biológicas más ricas del planeta, favorecida por 3 factores determinantes: La ubicación ecuatorial del país es un factor importante que le permite mantener un clima tropical constante durante todo el año. El segundo factor son las corrientes marinas. Esta influencia puede ser observada claramente en la región costa, con selvas húmedas en su extremo norte, producto de la presencia de la corriente cálida del Niño, mientras que en su extremo sur aparece bosque seco, como consecuencia de las bajas precipitaciones que provoca la corriente fría de Humboldt.

En los últimos años la preocupación por la conservación a nivel mundial es cada vez más grande por el efecto del calentamiento global (efecto invernadero), cambios climáticos, inundaciones entre otros. Es así que en el año 2001 Conservación Internacional ha iniciado el diseño del Corredor de Conservación Chocó-Manabí, como una estrategia de conservación que permita estimular esfuerzos conjuntos de diferentes instituciones nacionales y extranjeras, ONGs y comunidades. Todas estas orientadas a la conservación de la biodiversidad de la flora y fauna de unos de los 25 puntos calientes.

Además, en esta zona en el año 1996 fue declarada una de las 33 áreas protegidas que tiene nuestro país, como es la REMACH con una extensión de 119.172 hectáreas que se encuentra dentro de los cantones Muisne, Esmeraldas, Atacames y Quinindé en la provincia de Esmeraldas y el cantón Pedernales en la provincia de Manabí, y que conforma el SNAP. Actualmente está administrado por el estado ecuatoriano por el MAE (Cifuentes, M. 1989).

2.2 Información Específica

2.2.1 Bosques secundarios y sucesión

Moreno et al. (2000) realizaron un estudio sobre los patrones sucesionales del bosque secundario en el área de la REMACH y su zona de influencia. Se estudiaron por separado el Bosque Siempre Verde y el Bosque Semi deciduo. Cada uno presentó patrones de sucesión vegetal y regeneración diferentes.

Se tomaron periodos de cinco años para agrupar los bosques evaluados en cinco grupos de edades (etapas):

- Etapa 1 de 0 a 5 años después del abandono
- Etapa 2 de 5 a 10 años
- Etapa 3 de 10 a 15 años
- Etapa 4 de 15 a 20 años
- Etapa 5 más de 20 años

A continuación se presenta una descripción de la dinámica de la sucesión en los bosque secundarios en el área de influencia de la REMACH realizada por Moreno et al. (2000).

Etapas de sucesión y regeneración vegetal en el Bosque Siempre Verde

➤ Primera etapa (hasta 5 años del abandono)

La mayoría de estos bosques han sido utilizados en labores agrícolas y como pastizales. Inmediatamente después del abandono empiezan a aparecer especies herbáceas y arbustivas pioneras de poco valor comercial, pero que se caracterizan por presentar una alta adaptabilidad a condiciones extremas y generalmente presentan crecimiento rápido.

En el bosque siempre verde de la parte norte (Quinindé, Bilsa, Viche, Esmeraldas, Muisne y Salima) la especie más representativa es *Vernonanthura patens* (chilca), mientras que en la parte sur (El Carmen y Flavio Alfaro) son *Piper aduncum* (cordoncillo) y *Croton freseri* (Chala). Otras especies presentes tanto en el norte como en el sur son: *Acnistus arborescens* (cojojo) y *Muntigia calaburo* (nigüito).

Las especies arbóreas más frecuentes son: *Cordia alliodora* (laurel), *Ochroma pyramidale* (balsa), *Triplaris cumingiana* (fernán sánchez), *Pterocarpus rohrii*, *Astrocaryum standleyanum* (mocora) y *Clarisia racemosa* (moral bobo). En la fase de regeneración natural predominan: *Aspidosperma myristicifolium* (naranjillo), *Inga spectabilis* (guaba navaja), *Pseudolmedia rigida* (guión), *Triplaris cumingiana* (fernán sánchez), *Ocotea* sp. Nov (calade) y *Ostheoploeun sulcatum* (caracol).

➤ **Segunda etapa (5-10 años)**

En esta etapa las especies pioneras crecen rápido y van modificando favorablemente el ambiente, lo que promueve la aparición y crecimiento de otras especies que están en la parte baja de estos bosques. Las especies arbóreas son frecuentes, entre las más importantes están: *Castilla tunu* (cauchillo, chevín), *Inga carinata* (guabo), *Virola dixonii* (chalviande, coco), *Eschweilera caudiculata*, *Cordia alliodora* (laurel), *Inga edulis* (guaba), *Pleurothyrium giganteum*, *Cecropia insignis* (guarumo), *Erythrina poeppigiana* (mambla), *Cocoloba mollis* (quiebra hacha), y *Ocotea* sp. nov (cedro calade). Las especies arbustivas son escasas, la más frecuente es *Vernonanthura patens* (chilca).

En la regeneración natural los árboles más importantes son: *Inga jinicuil* (guabillo), *Cecropia insignis* (guarumo), *Eschweilera caudiculata*, *E. rimbachii*, *Celtis schipii*, *Phytelephas aequatorialis* (tagua), y *Cordia alliodora* (laurel). Algunos de los arbustos son del grupo de los pioneros como *Acalypha cunneata*, *Piper peltatum* (cordoncillo), *Vernonanthura patens* (chilca), pero otros como *Passiflora macrophylla*, *Cespedecia sphathulata*, *Clidemia dentata* y *Clavija membranacea* (membrillo) crecen en el sotobosque de los bosques primarios de estas zonas.

➤ **Tercera etapa (de 10-15 años)**

Las pioneras comienzan a declinar y van desapareciendo naturalmente, dejando un bosque compuesto por algunas especies arbóreas con valor comercial como: *Grias peruviana*, *Gustavia petiolata*, *Coussapoa villosa*, *Maclura tinctoria* (moral fino), *Cordia alliodora* (laurel), *Protium ecuadorensis* (anime-pulgande), *Inga nobilis*, *Castilla tunu* (cauchillo, chevín), *Otoba gordoniiifolia* (sangre de gallina), *Ocotea* sp. nov (cedro calade), *Triplaris cumingiana* (fernán sanchéz), *Ochroma pyramidale* (balsa), *Cabrarea canjerana* y *Symphonia globulifera* (machare).

En la regeneración natural las especies arbóreas más frecuentes son: *Tetrathylacium macrophyllum* (plomo), *Castilla elastica* (caucho), *Inga jinicuil* (guabillo), *Castilla tunu* (cauchillo, chevín), *Salacia cordata*, *Browneopsis dicephala*, *Swartzia haughii*, *Inga oerstediana*, *Cordia alliodora* (laurel), *Maclura tinctoria* (moral fino), *Ostheoploeun sulcatum* (caracol) y *Pseudolmedia rigida* (guión). Las 4 últimas tienen una gran importancia económica y son consideradas maderas finas.

Los arbustos más importantes son: *Cleidion castaneifolium*, *Herrania balanesis*, *Acalypha cunneata*, *Piperpeltatum*, *Piper lanceifolium*, *Piper aduncum*, *Piper maranyonense* (cordoncillos), *Urera baccifera* (ortiga) y *Carloduvica palmata* (paja toquilla).

➤ Cuarta etapa (de 15-20 años)

Las especies arbóreas que aparecieron en la etapa anterior crecen rápidamente y alcanzan diámetros y alturas considerables, Las especies frecuentes en esta etapa son: *Ficus citrifolium*, *Zanthoxylum riedelianum* (tachuelo, azafrán), *Tetrathylacium macrophyllum*, *Cecropia insignis* (guarumo), *Castilla elastica* (caucho), *Castilla tunu* (cauchillo, chevín), *Inga spectabilis* (guaba navaja), *Inga jinicuil* (guabillo), *Inga edulis* (guaba), *Phytelephas aequatorialis* (tagua), *Pouteria torta* (asta), *Cordia alliodora* (laurel), *Maclura tinctoria* (moral fino), *Carapa guianensis* (tangaré), *Ochroma pyramidale* (balsa) y *Clarisia racemosa* (moral bobo). Algunas de las especies tienen valor comercial como especies maderables. La mayoría de los arbustos han sido desplazados por las especies de árboles, excepto algunos como *Vernonanthura patens* (chilca) y *Urera eggersii*.

En la regeneración las especies arbóreas continúan dominando al igual que en la sucesión. Las especies más importantes son: *Guarea kunthiana* (colorado), *Castilla elastica* (caucho), *Gustavia petiolata* (membrillo meón), *Castilla tunu* (cauchillo, chevín), *Coccoloba mollis* (quiebra hacha), *Ficus maxima* (higueroncillo), *Bactris gassipaes* (chontilla), *Phytelephas aequatorialis* (tagua), *Sorocea sarcocarpa* (tillo) e *Inga spectabilis* (guabillo). Los arbustos pioneros casi han desaparecido en esta fase, solo *Piper peltatum* se mantiene, asociado a especies del sotobosque en bosques primarios como *Cestrum racemosum*, *Cleidion castaneifolium* y *Faramea occidentalis*.

➤ Quinta etapa (>20 años)

Se presentan cambios en la dominancia y en la riqueza del bosque, generalmente el aumento de especies es lento y la mayoría de las especies están representadas por pocos individuos. Las especies arbóreas con interés comercial están asociadas a especies de crecimiento rápido. Las más frecuentes son: *Cecropia insignis* (guarumo), *Erythrina smithiana* (caraca), *Iriarteia deltoidea* (pambil), *Brownea coccínea* (flor de mayo), *Castilla elastica* (caucho), *Inga edulis* (guabo), *Inga*

espectabilis, *Gustavia petiolata*, *Pseudolmedia rigida* (guión), *Castilla tunu* (cauchillo, chevín), *Triplaris cumingiana* (fernán sanchéz), *Virola dixonii* (chalviande, coco), *Cordia hebeclada*, *Cordia alliodora* (laurel) y *Maclura tinctoria* (moral fino). La presencia de especies comerciales en esta etapa es alta, muchas de ellas se encuentran en el bosque primario pero han encontrado condiciones favorables para desarrollarse en esta etapa del bosque secundario. Las especies arbustivas como *Vernonanthura patens* (chilca) y *Acnistus arborescens* (cojojo) son pioneras que se han mantenido desde las primeras etapas y *Cleidion castaneifolium* es una especie típica del sotobosque en bosque primario.

En la regeneración natural las especies frecuentes en esta etapa son en su mayoría especies arbóreas con potencial maderable como *Trichillia pallida*, *Virola dixonii* (chalviande, coco), *Castilla elastica* (caucho), *Exarata chocoensis* (canalón, piedrita), *Pseudolmedia rigida* (guión), *Castilla tunu* (cauchillo, chevín), *Erythrina smithiana* (caraca), *Ochroma pyramidale* (balsa), *Ocotea* sp. nov (cedro calade), *Swartzia haugthii*, *Swartzia Little* y *Osteophloeum sulcatum* (caracol). Algunas de estas especies se destacan por poseer un alto porcentaje de regeneración, como *Ocotea* sp. nov (cedro calade), *Castilla elastica* (caucho), *Ochroma pyramidale* (balsa) y *Osteophloeum sulcatum* (caracol). Las especies arbustivas aquí encontradas crecen generalmente en bosque primario, solamente *Piper peltatum* (cordoncillo) es un pionero de zonas abiertas y de bosques secundarios.

2.3. Suelos

La Dirección Nacional de Avalúos y catastros (1992), localiza las tierras tipo V, VI y VII en los siguientes puntos del área:

➤ **Clase V:**

Son suelos cuya capa arable es arcillosa, moderadamente profundas, pobres en nutrientes, y pH ligeramente ácido, y de topografía fuertemente ondulada con pendientes que alcanzan el 25%. Se localizan en Herrera, la Y de la Laguna, el Páramo, Dógola, el Mono, Imbache, Pavón, Aguas Frías y Tigua.

➤ **Clase VI:**

Son suelos arcillosos y superficiales. Presentan baja fertilidad y drenaje lenta, son ligeramente ácidos, fuertemente quebrados con pendientes de 25%. Estos suelos están sujetos a continuos procesos de erosión por la tala del bosque primario. Se ubican en Colorado, Plátano, la Laguna de Cube, Taguales, Cabeceras del río Viche y Montañas de Mache.

➤ **Clase VII:**

Son suelos arcillosos así como la textura de perfil y muy superficial. Son pobres en nutrientes, ligeramente ácido y presentan drenaje interno lento. Estos suelos escarpados con pendientes de 50-75%, están desprovistos de cobertura vegetal y son susceptibles de erosión. Se ubican en la zona de Bilsa correspondiente a las márgenes del río Cube, desde su cabecera hasta Achicube bajo y San Pablo de Cube.

Los grupos de suelos más importantes en la zona corresponden a TROPUDALFS y TROPORTHENTS. El primero se caracteriza por que sus suelos son de área húmeda, de textura arcillosa, a veces con piedras en algunos sitios; de profundidad variable de acuerdo a los pendientes: profundo en los relieves moderados y poco profundos y erosionados en los relieves abruptos; moderadamente estructurados en bloques, pH ligeramente ácido, saturados en bases y nivel de fertilidad medio. Este tipo de suelo se localiza tanto en la parte occidental de las Montañas, como en la oriental. Se señalan como limitantes la susceptibilidad de erosión y

movimientos en masa, presencia de piedras y pendientes fuertes. El segundo se caracteriza por suelos superficiales severamente erosionados, con piedras y escombros desde la superficie hasta los afloramientos rocosos. En los sitios de relieve sedimentarios, son dominantes las clases de suelo EUTROPEPTS y TROPUDALFS.

2.4. Efecto del componente arbóreo sobre el suelo

2.4.1. Efectos de la materia orgánica sobre las propiedades biológicas del suelo

Sánchez (1998) menciona. La mayor actividad de la fauna del suelo debajo de la copa de los árboles está relacionado con un aumento de la humedad y mejoras en las condiciones microclimáticas del suelo.

Otro de los factores que favorece el aumento de la actividad de la macrofauna y los microorganismos del suelo es que la materia orgánica les sirve como sustrato alimenticio, con lo cual pueden estar más activos y liberan o movilizan más nutrientes, haciéndolos disponibles para las plantas. El favorecimiento de la actividad microbiana es de gran importancia porque aumenta la velocidad de descomposición y formación de humus (Kass, 1998).

2.4.2. Efecto en la estructura del suelo

Kass (1998). Los árboles pueden mejorar las condiciones físicas de los suelos, en lo que se refiere a la porosidad y densidad aparente, mediante la acción de las raíces de los árboles y al aporte de materia orgánica; debido a que esta promueve la formación de agregados y mega poros, lo cual mejora la estructura del suelo y facilita la aireación del suelo. Esta también fomenta el desarrollo de macroorganismos (lombrices), los cuales hacen galerías en el suelo, con lo cual favorecen la descompactación de los suelos, especialmente en áreas degradadas por la mecanización o el sobrepastoreo (Botero y Russo, 2000). Además,

promueve un uso más eficiente del agua, debido a que incrementa la agregación de las partículas de limo, arena y arcilla, con lo cual se favorece la infiltración y la retención de agua.

2.5. Los bosques y la captura de carbono

Se relaciona a la idea de almacenar reservas de carbono en suelos, bosques y otros tipos de vegetación, donde dichas reservas están en peligro inminente de ser perdidas. También se promueve el incremento de las reservas de carbono por el establecimiento de nuevas plantaciones forestales, sistemas agroforestales y la rehabilitación de bosques degradados (Ben, 1997).

2.5.1. Almacenamiento de carbono

De acuerdo con lo que manifiesta Ortiz (1997), el bosque tiene capacidad para almacenar toneladas de carbono y si fuera talado, éstas pasarían a la atmósfera. El valor monetario del servicio de sumidero se realiza para evitar futuras emisiones de CO₂. En este caso el pago se realiza para evitar el cambio de uso de forma permanente.

2.5.2. Manejo de bosque y vegetación secundario para la captura de carbono

Una de las alternativas que se han propuesto para mitigación de gases de la atmósfera, principalmente de carbono, es el uso del suelo, que se basa en el valor de la vegetación como almacenadora de CO₂.

Los árboles en particular, asimilan y acumulan en la madera, ramas, hojas y raíces grandes cantidades de carbono durante su ciclo vital. De ahí que, programas forestales y agroforestales constituyen un medio potencial para absorber emisiones de dióxido de carbono producido por el uso de combustibles fósiles y cambios en el uso del suelo (Ben, op. Cit, 1997).

2.5.3. La importancia de los bosques nativos para la fijación de carbono atmosférico

Aguirre, N. & Hofstede, R. (1999), manifiestan que desde hace poco más de una década, los científicos ambientales están alertando al mundo por los efectos de alza de concentración de CO₂ en la atmosfera. Este incremento es causado principalmente por el alto uso de combustibles fósiles, lo que ha aumentado mucho desde la revolución industrial. El CO₂ es el principal gas invernadero; es decir, las concentraciones aumentadas producen un calentamiento general del planeta, que conlleva a un cambio climático con graves efectos, como desertificación en ciertas áreas e inundaciones en otras.

Al contrario de otras formas de contaminación del aire, el aumento de la concentración de CO₂ es un verdadero problema global. Los gases se dispersan sobre toda la atmosfera y no se concentran alrededor de sus fuentes (áreas industriales, ciudades grandes o selvas quemadas); por esto, todo el mundo siente el efecto del calentamiento global. Sin embargo, se pueden ejecutar acciones para mitigar este fenómeno y dentro de ellas se incluye el manejo de los bosques nativos.

2.6 Especies utilizadas

2.6.1. Cedro calade

Lauraceae *Ocotea sp.*

2.6.1.1 Características de la familia:

La familia Lauraceae es difícil identificar y distinguir los géneros, especialmente cuando se encuentra sin flores.

Hojas simples enteras, alternas, sin estípulas. Todas las partes de las plantas tienen aceites esenciales y emiten un olor aromático (pepa de aguacate) cuando son estrujadas. Las ramitas son característicamente verdes. Flores pequeñas con 6 partes del perianto (sépalos o pétalos). El fruto es una drupa con una semilla.

2.6.2.2 Características de la especie:

Tronco: 25 m de alto, 0.7 m de diámetro; el tronco tiene cicatrices dejadas por las alas cuando la planta estaba joven; follaje muy copioso (ramas muy distribuidas). Hay entre 3 y 6 alitas de 0.2-0.3 cm de ancho a lo largo de las ramas.

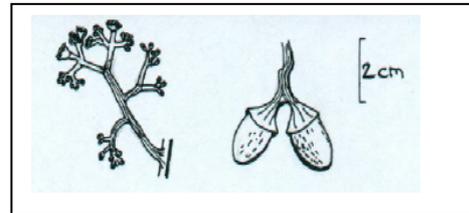
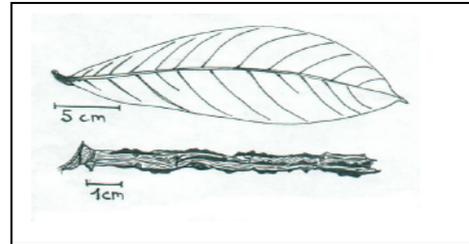
➤ **Hojas:** Simples, alternas, de 30 cm de largo y de 12 cm de ancho, con pecíolos de 1 cm de largo, gruesos, un poquito acanalados. Rojas cuando jóvenes.

➤ **Inflorescencia:** Flores cremosas (0.2-0.4 cm de largo) de formación axilar.

➤ **Fruto / Semilla:** Fruto alargado, de 2.5 cm de largo por 1 cm de diámetro, color negro cuando maduro (verde brillante con lenticelas cuando joven), con una semilla café de la misma forma.

➤ **Fenología:** Recolección de semillas en octubre-noviembre

Figura 1: Características botánicas del Cedro calade



2.6.2. Tangaré

Meliaceae *Carapa guianensis* **Aubl**

(**Sinónimos:** *C. slateri* Standl.; *C. nicaraguensis* D.C.)

2.6.2.1 Características de la familia:

La familia puede reconocerse por su característica olor de ajo que expelen las hojas estrujadas. Meliaceae es económicamente importante por la madera fina y valiosa de algunas especies, particularmente de *Swietenia* y *Cedrela*.

Hojas paripinnadas o imparipinnadas, alternas, sin estípulas. Plantas dioicas o monoicas. Inflorescencias paniculadas. El fruto es una cápsula dehiscente con valvas. Semillas aladas (*Cedrela*, *Swietenia*) o no aladas y gruesas con arilo rojo (*Trichilia*, *Guarea*).

2.6.2.2 Características de la especie:

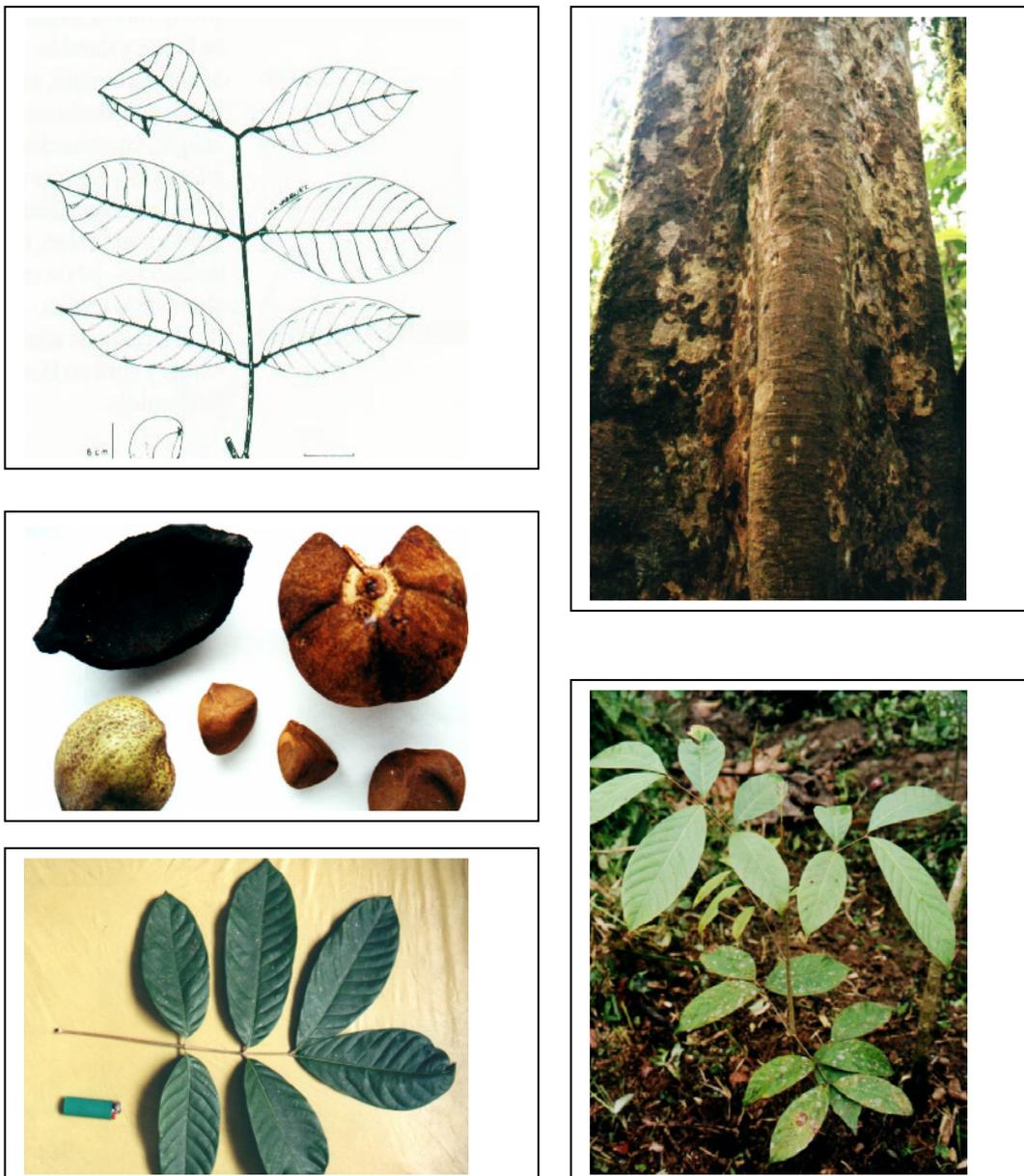
- **Tronco:** 40 m de alto, 1.3 de diámetro, raíces tablares grandes; copa tupida; corteza exterior gris blanquecina o café.

- **Hojas:** Pinnadas (compuestas), de hasta 60 cm, casi horizontales, generalmente con 9-12 hojuelas grandes, oblongas y colgantes.

- **Inflorescencia:** Flores blanquecinas, pequeñas, de 6 mm de ancho con 4 pétalos; agrupadas en racimos y localizadas en la base de las hojas.

- **Fruto / Semilla:** Grandes cápsulas redondas de color café oscuro, de 7-10 cm de largo, con 4 valvas con 8-12 semillas grandes, angulares y redondas.
- **Fenología:** Recolección de semillas en marzo y abril.
- **Usos de la madera:** Muebles, taninos, semillas oleíferas, ebanistería, chapas, construcción de interiores y exteriores, aceite, repelente de insectos.

Figura 2: Características botánicas del Tangaré



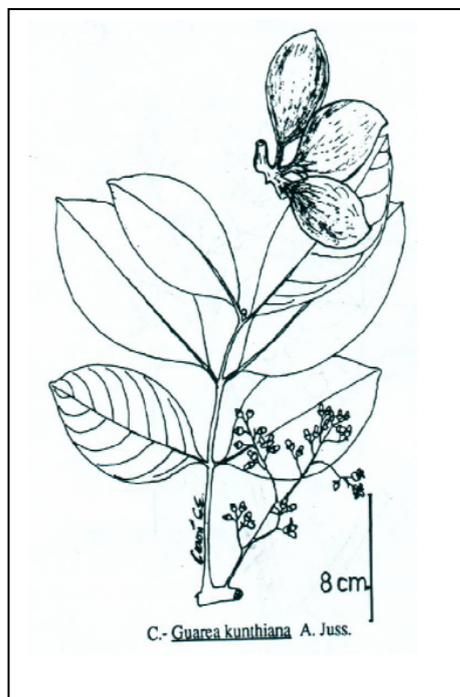
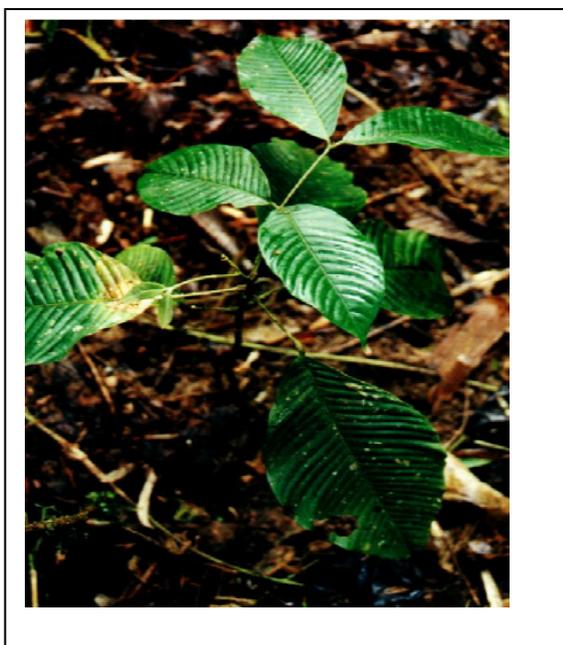
2.6.3. Manzano colorado

Meliaceae *Guarea kunthiana* A.Juss.

2.6.3.1 Características de la especie:

- **Tronco:** 30 m de alto, 0.8-1 m de diámetro; corteza exterior con pequeñas líneas horizontales y lenticelas, corteza interior rojiza; raíces tablares muy pequeñas.
- **Hojas:** Compuestas paripinnadas, alternas, con una yema apical curvada que sigue creciendo; que resulta en la formación continua de folíolos nuevos en el ápice de la hoja. Pecíolos con los dos extremos engrosados.
- **Inflorescencia:** Flor de color crema de 2 cm de largo y 0.5 ancho con 4 o 5 sépalos curvados por fuera y el doble de estambres soldados.
- **Fruto / Semilla:** Fruto una cápsula del tamaño de una pequeña manzana, con varias semillas (1.5-2 cm de diámetro) cubiertas con arilo rojo o anaranjado.
- **Fenología:** septiembre-octubre.
- **Usos de la madera:** muebles, construcción de barcos, carpintería en general.

Figura 3: Características botánicas del Manzano colorado



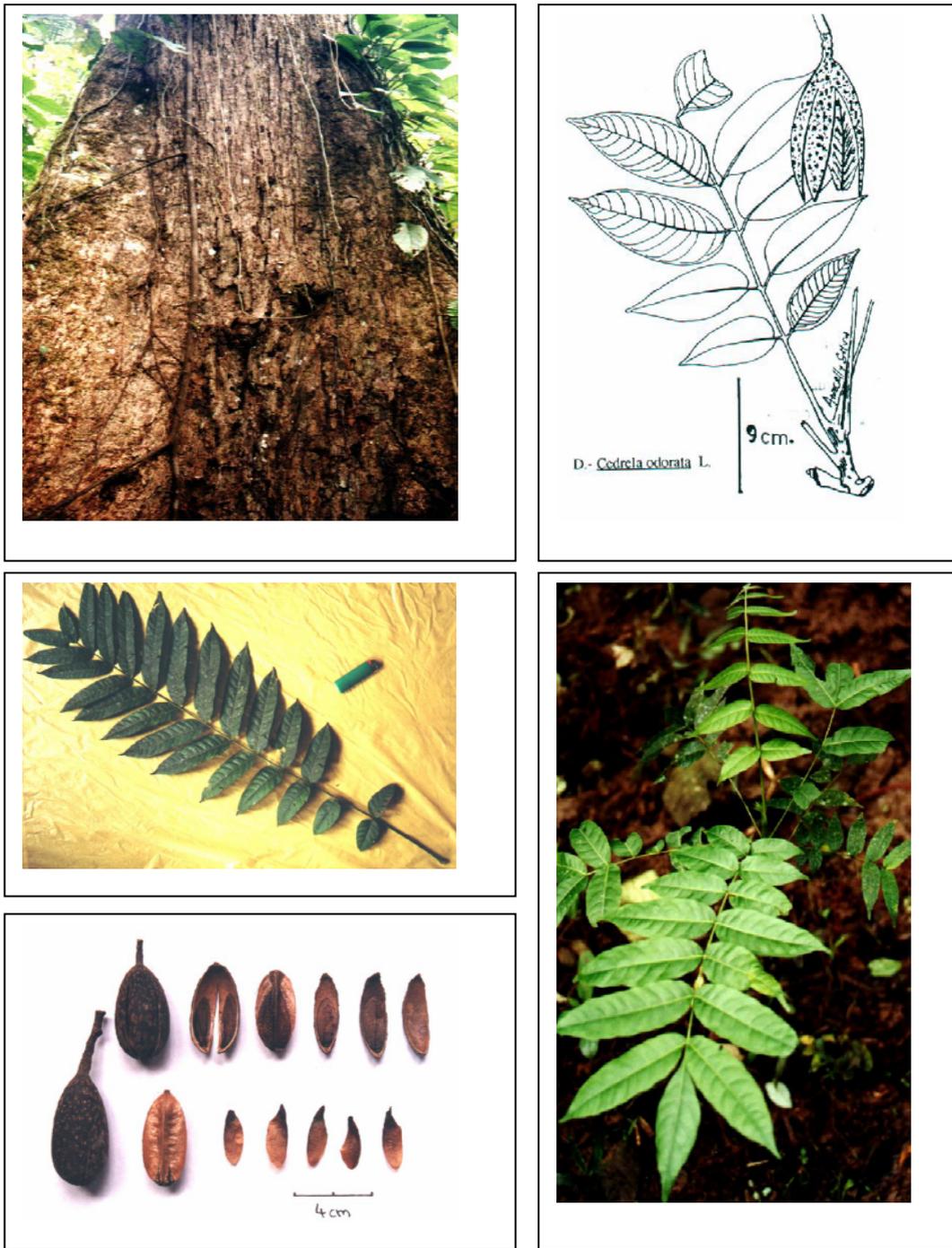
2.6.4. Cedro castillo

Meliaceae *Cedrela odorata* L. (*C. mexicana* M.J. Roemer)

2.6.4.1 Características de la especie:

- **Tronco:** 37 m de alto, 1 m de diámetro; base del tronco con raíces tablares anchas; Corteza exterior color café oscuro o gris, gruesa, áspera y acanalada con surcos profundos.
- **Hojas:** Grandes alternas, paripinnadas (compuestas), de 25-50 cm de largo, con 10-22 hojuelas pareadas, lanceoladas, oblongas u ovadas, de punta larga en el ápice y oblicuas en la base.
- **Inflorescencia:** Flores angostas, verde amarillentas, aromáticas, de casi 1 cm de largo, pareciendo tubulares, pero con 5 pétalos angostos, en racimos terminales.
- **Fruto / Semilla:** Cápsulas elípticas color café, de 5 cm de largo y 2 cm de diámetro, las que se abren en 5 partes desde el ápice para liberar muchas semillas aladas (entran aproximadamente 40.000 por kilo) de 2-3 cm de largo.
- **Fenología:** Florece en abril, pero las cápsulas persisten en los árboles por algunos meses; caída de las semillas en agosto.
- **Usos de la madera:** Construcción en general, ebanistería, barcos, ornamental, leña, carbón.

Figura 4: Características botánicas del Cedro castillo



2.6.5. Sangre de gallina

Myristacaceae *Otoba gordonii*folia

2.6.5.1 Características de la familia:

Las Myristicaceae son dioicas (con las flores masculinas y femeninas en diferentes árboles); por eso aproximadamente la mitad de los árboles en el bosque nunca tiene frutos.

Esta familia tiene hojas alternas, simples, enteras, con nervadura broquidódroma; sin estípulas. A menudo con savia roja. Las flores son pequeñas, unisexuales, usualmente amarillas, en racimos o panículas axilares. El fruto es una drupa dehiscente con dos válvulas que protegen una sola semilla grande cubierta por un arilo rojo o blanco.

2.6.5.2 Características de la especie:

- **Tronco:** 30 m de alto, 90 cm de diámetro; raíces tablares pequeñas (hasta 1 m a veces); corteza interior roja; con sabor amargo.
- **Hojas:** Alterna, simple, entera, de 25-30 cm de largo y de 10 cm de ancho. Pecíolo de 1 cm torcido y acanalado. Hojas ferrugíneas (color café) en el envés. Cuando el árbol está pequeño, se puede ver las hojas jóvenes de color café dobladas en el pecíolo.
- **Inflorescencia:** Axilar, no ramificada. Flores de color amarillo, de 1 cm de largo con 3 sépalos curvados.

- **Fruto / Semilla:** Fruto redondo, verde en la madurez, con una línea que le divide en dos partes iguales que se abren antes de caer al suelo (dehiscente). Semilla redonda de color café con marcas del arilo (difícilmente encontrado).
- **Fenología:** Una vez cada año, de noviembre a enero.
- **Usos de la madera:** Construcción.

Figura 5: Características botánicas del Sangre de gallina



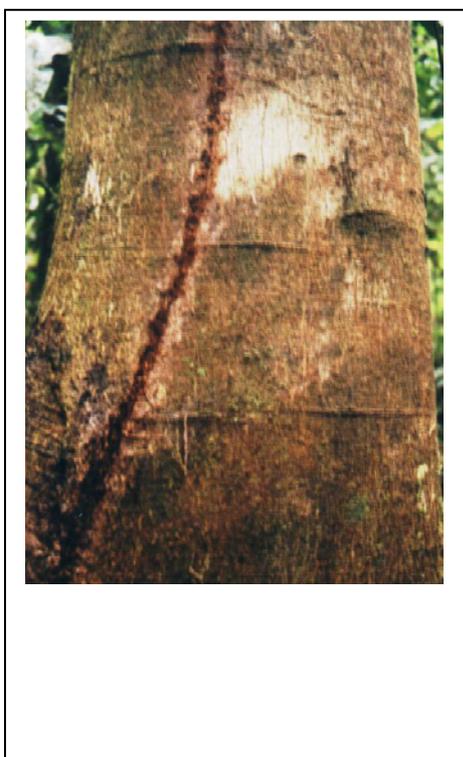
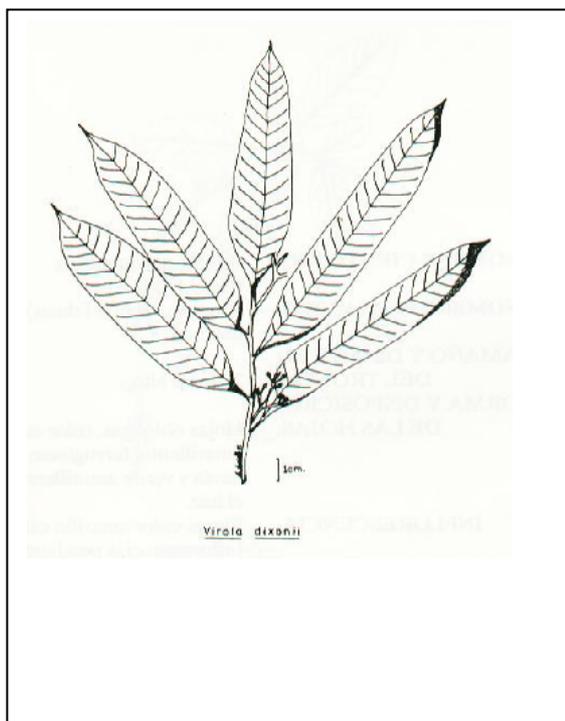
2.5.6. Coco

Myristacaceae *Virola dixonii* Little

2.5.6.1 Características de la especie:

- **Tronco** : 35 m de alto, 80 cm de diámetro, raíces tablares agudas hasta 2 m. Corteza exterior de color gris, áspera, agrietada, con muchas fisuras finas.
- **Hojas**: Angostas, oblongas, con muchos nervios laterales rectos y paralelos (25-40 pares). El haz verde oscuro lustroso; el envés verde amarillento. Peludas.
- **Inflorescencia**: Racimos florales de 5-6 cm; son laterales y ramificados con muchas flores peludas (pelitos de color canelo).
- **Fruto / Semilla**: El fruto es grande, redondeado o elíptico, de 4 cm de largo y 3-3.5 cm de ancho. De 1 hasta 5 por ramita. La semilla elíptica, de 3 cm de largo y 2.5 cm de ancho, es cubierta hasta la mitad por un arilo rojo.
- **Fenología**: Flores y frutos irregularmente producidos durante todo el año, pero el período de junio hasta octubre es la mejor época de fructificación.
- **Usos de la madera**: Construcción liviana, encofrado; aceite extracto de árbol usado en jabones y velas; corteza utilizada por tribus indígenas de la Amazonía colombiana como una droga alucinógena

Figura 6: Características botánicas del Coco



2.6.7. Guayacán

Bignoniaceae *Tabebuia chrysantha* Hemsl.

(**Sinónimos:** *Bignonia chrysantha* Jacq.; *Tecoma chrysantha* (Jacq.) DC.; *T. Ecuadorensis* Sandl.; *T. Ecuadorensis pluvicola* A.Gentry)

2.6.7.1 Características de la familia:

Hojas grandes en general, a veces alternas, palmadas o pinnadamente compuestas, sin estípulas. Flores generalmente grandes, vistosas, en cimas y racimos, bisexuales (dioicas), con cáliz tubular de 5 lóbulos, corola grande tubular, frecuentemente de color amarillo, rosa, o blancuzco. Fruto usualmente en cápsula de 2 partes a menudo largo como una vaina, con muchas semillas aladas.

2.6.7.2 Características de la especie:

- **Tronco:** 30 m de alto, 80 cm de diámetro, con raíces tablares (hasta 1 m); fisuras anchas (1-2 cm); corteza exterior gris clara a oscura.

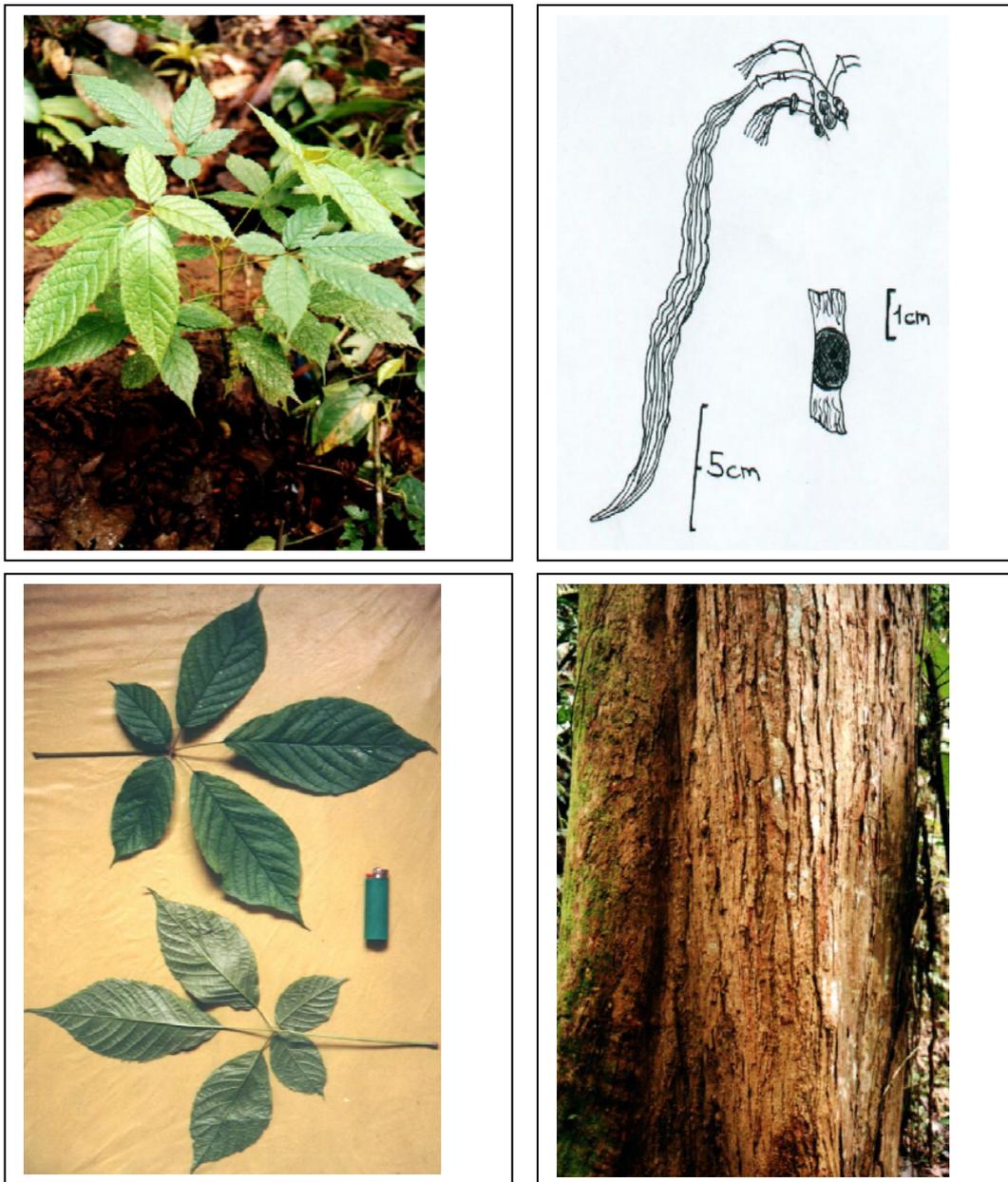
- **Hoja:** Compuesta palmada, 5-foliolada; folíolos ampliamente elípticos a oblongos-ovados, enteros o aserrados; ápice abruptamente acuminado, base obtusa a truncada o asimétricamente sub cordada; a veces estrellado-pubescente en el envés.

- **Inflorescencia:** Panículas constrictas, cáliz campanulado, 5-lobulado; corola amarilla con máculas rojizas.

- **Fruto / Semilla:** Cápsulas dehiscentes cilíndricas de 50 cm de largo por 2 de diámetro (vaina), ahusadas en los extremos; semillas aladas.

- **Fenología:** Recolección de semillas en diciembre-enero.
- **Usos de la madera:** Uno de los árboles maderables más utilizados; madera dura y pesada para construcción durable (madera que fue exportada a Panamá hace 400 años todavía no presenta signos de deterioro).

Figura 7: Características botánicas del Guayacán



CAPITULO III

MATERIALES Y METODOS

3.1.1 Descripción del área de estudio

El proyecto de investigación se llevó a cabo entre febrero del 2007 y febrero del 2008, en la provincia de Esmeraldas, cantón Quinindé, parroquia Rosa Zarate, sector el Páramo en la zona de influencia de la Reserva Ecológica Mache Chindul, en la Estación Biológica Bilsa perteneciente a la Fundación Jatun Sacha.

La Estación Biológica Bilsa tiene alrededor de 3.600 hectáreas, de las cuales un 20% corresponde a bosque secundario y 80% a bosque primario, en la que se encuentran 2 tipos de bosques; Bosque Húmedo Tropical y Bosque Húmedo Premontano, con alturas que van desde 300-750 m.s.n.m. en las partes más altas.

3.1.2 Ubicación Geográfica:

Se encuentra entre las siguientes coordenadas geográficas:

Latitud: NO 20.872

NO 19.137

Longitud: W 79. 44.140

W 79. 43.217

Altura: 300 - 750 msnm

Superficie: 3.600 hectáreas

Figura 8: Mapa ubicación del área en estudio

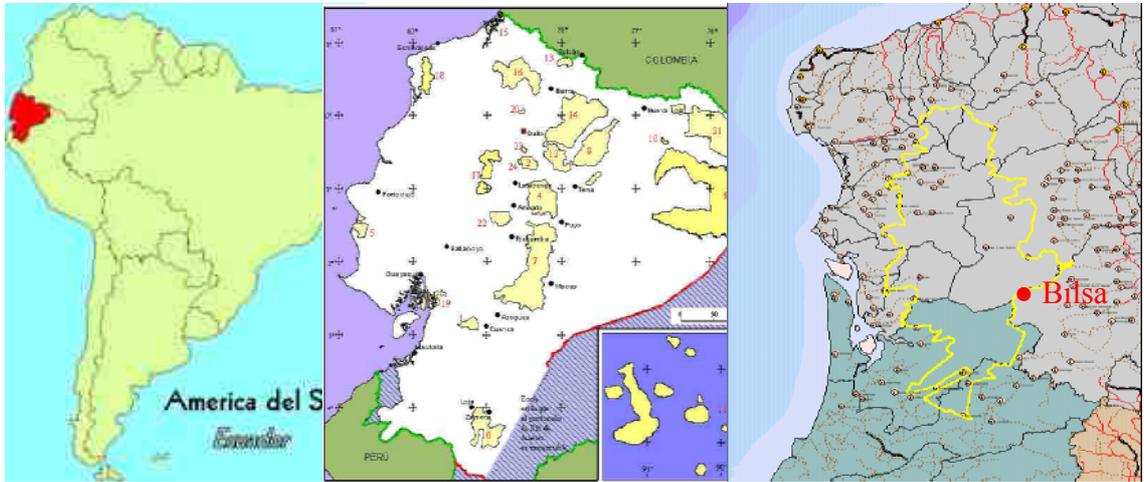
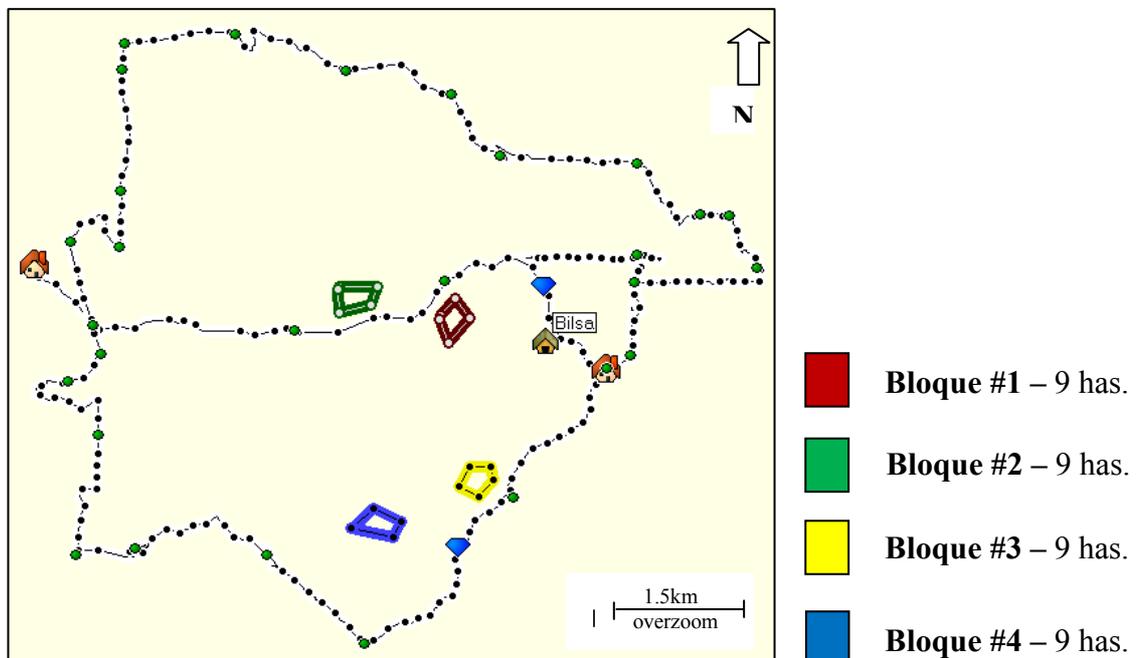


Figura 9: Mapa ubicación de los 4 bloques de reforestación dentro de la Estación Biológica Bilsa



3.1.3 Características meteorológicas

Precipitación : \pm 2000 mm. Promedio anual

Temperatura máxima : 22 o C.

Temperatura media : 18 o C.

Temperatura mínima : 14 o C.

Humedad relativa : 86 %.

Nota: Los registros son tomados de la estación meteorológica de Bilsa.

3.1.4 Materiales e instrumentos

Cuadro 1: Materiales e instrumentos

Materiales de campo	Instrumentos
1 Calibrador milimétrico	1 GPS
Alambre de púa y grapas	1 Clinómetro
Cinta de marcaje	1 Brújula
2 Libretas de campo	1 Cámara digital
1 Cinta métrica	1 Computadora portátil
4 Palas escavadoras	
4 Palas	
4 Machetes	
4 pares de guantes	
2 Martillos	

3.2 Métodos

3.2.1. Generalidades del proyecto

El proyecto de reforestación se realizó en la Estación Biológica Bilsa, propiedad de la Fundación Jatun Sacha, en bosque secundario en edades entre 15 y 20 años. Para la ejecución de este proyecto se empleó 4 bloques de 9 hectáreas cada uno, utilizando especies nativas.

3.2.2. Manejo específico del experimento

El área total de estudio es de 36 hectáreas divididas en 4 bloques de 9 hectáreas cada uno. En estos bloques se tomaron datos de 1200 plantas (8,01% de toda la plantación en las 36 hectáreas). Del área total de estudio los datos recolectados de las 7 especies más utilizadas en el proyecto representan el 7,14% de toda la plantación con un número de 1069 plantas.

3.2.3 Delimitación de las áreas del estudio

Los 4 bloques de investigación fueron delimitados con GPS. El área de estudio fue protegido con alambre de púa en las partes cerca de la carretera para prevenir daños.

3.2.4 Apertura de líneas de reforestación.

En el mes de Enero del 2007, con la ayuda de una brújula, se procedió a abrir líneas de reforestación con dirección Este – Oeste de 2 metros de ancho y de 8 metros entre cada una. En estas líneas las plantas fueron colocadas a 3 metros de distancia.

3.2.5 Balizado y hoyado

Se colocó estacas de \pm 2 metros de altura cada 3 metros dentro de las líneas de reforestación, en el lugar donde se realizaron los hoyos, una semana antes a la plantación. Los hoyos son de 20x20x20 cm (lado por lado por profundidad) en los que se colocaron material orgánico.

3.2.6 Plantación de especies forestales nativas

La plantación se realizó usando plantas a raíz desnuda de un año de edad, que fueron transportadas el día de la reforestación para evitar daños causados por el sol. Las plantas utilizadas fueron producidas en los viveros dentro de la Estación que se encontraban entre 2 y 3 Km. de distancia de los sitios de reforestación. En las líneas de reforestación fueron colocadas cada 3 metros las plantas de diferentes especies nativas en forma alternada.

Para el manejo del experimento se utilizaron las siguientes 7 especies de árboles maderables nativos: Cedro Calade (*Ocotea sp.*), Tangaré (*Carapa guianensis*), Manzano Colorado (*Guarea kunthiana*), Cedro Castillo (*Cedrela odorata*), Sangre de Gallina (*Otoba gordoniiifolia*), Coco (*Virola dixonii*) y Guayacán (*Tabebuia chrysantha*).

3.2.7 Limpieza de las líneas

Se realizó en julio 2007 y enero 2008 la limpieza de las líneas de reforestación y el coronamiento de 1 m. alrededor de cada planta, eliminando trepadoras, malas hierbas y otros.

3.2.8 Toma de datos en la plantación

Para la primera toma de datos en Febrero del 2007 se escogió al azar 30 parcelas (en las líneas) de 10 plantas cada una, en cada bloque. En las líneas se marcó con cintas el inicio y final de cada parcela. Además se tomó en cuenta el efecto de borde entre 30 y 40 metros de distancia a la carretera.

Para la segunda toma de datos en Febrero del 2008 se utilizaron las mismas parcelas.

Los datos de sobre vivencia y las mediciones de altura y diámetro basal se realizaron al inicio de la plantación y la segunda toma de datos al cumplirse un año.

La altura del árbol se midió desde la base hasta su ápice utilizando un metro y el diámetro basal se midió a 2 cm. del suelo, utilizando un calibrador milimétrico.

3.3 Variables en estudio

- Sobrevivencia
- Diámetro basal
- Altura total

3.4 Diseño experimental

Se aplicó el diseño experimental bloques al azar con cuatro bloques, siete tratamientos, utilizando el siguiente modelo estadístico.

$$Y_{ij} = \mu + B_j + \Gamma_j + \epsilon_{ij}$$

Donde:

μ = media común

B_j = efecto de bloques

Γ_j = efecto de tratamientos

ϵ_{ij} = Error experimental

3.4.1 Codificación de tratamientos

Tratamientos	Especies	Codificación
T1	Coco	Co
T2	Manzano colorado	Mc
T3	Tangaré	Ta
T4	Sangre de gallina	SdG
T5	Cedro calade	Cc
T6	Guayacán	Gy
T7	Cedro castillo	Ces

3.4.2 Esquema de análisis de varianza

Para el análisis de varianza se utilizó la Prueba de Fisher “f2”, con la finalidad de determinar cual de los tratamientos fue el mejor.

FV	GL	SC	CM	FC
Bloques	b-1	$\Sigma y_j^2/t-fc$	SCB/GL.B	CMB/CM
Tratamientos	t-1	$\Sigma y_j^2/n-fc$	SCT/GL	CMT/CME
Error	(t-1)(b-1)	$\Sigma \Sigma y_{ij}^2 - \Sigma Y_i^2/t - \Sigma Y_i^2/n + Fc$	SC/GL.E	
TOTAL	(tyb)-1	$\Sigma \Sigma y_{ij}^2 - Fc$		

Donde:

FV = Fuentes de variación

SC = Suma de cuadrados

GL = Grados de libertad

CM = Cuadrado medio

FC = Fisher calculado