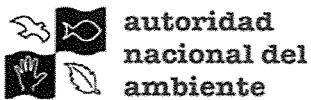
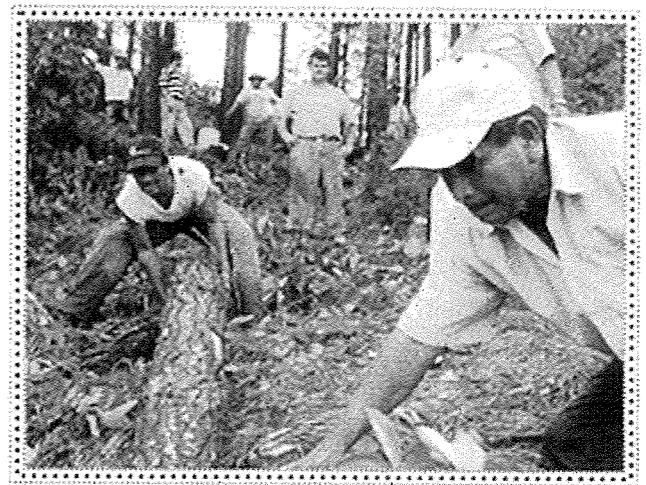
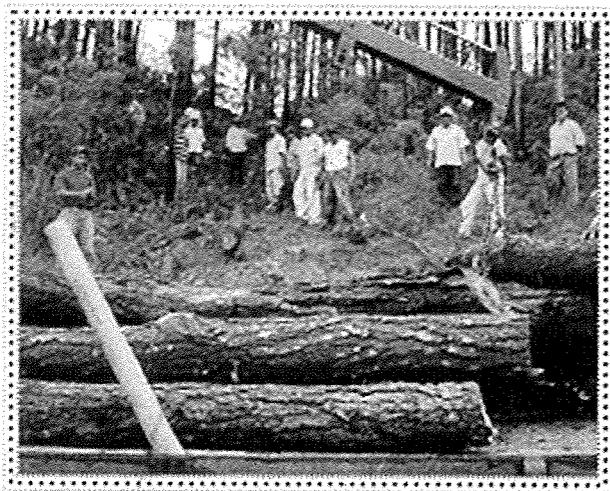
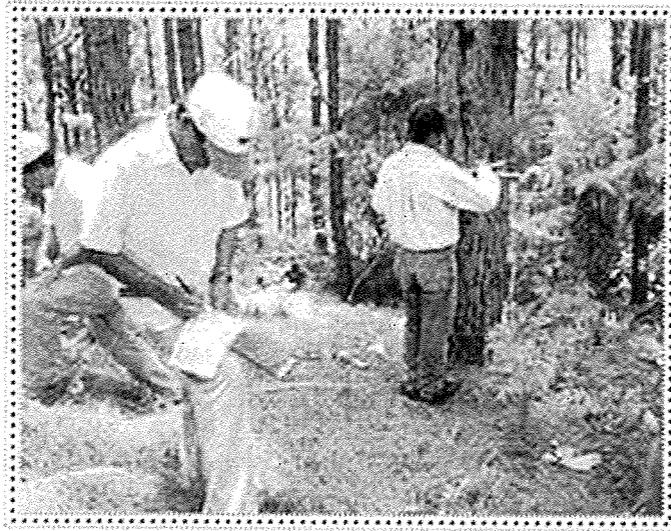


MANUAL de PLANTACIONES FORESTALES



Manual de Manejo de Bosques Naturales



Proyecto de Desarrollo Técnico de la Conservación de los Bosques — CEMARE.

Por:
Ing. Emilio Mariscal
Ing. Regino Martínez
Ing. Kenichi Takano

Colaboración y Fotos de:
Editor Amargit G. Pinzón M.

Autoridad Nacional del Ambiente – ANAM.
Agencia de Cooperación Internacional del Japón – JICA.

Río Hato, 2000.

Autoridad Nacional del Ambiente - ANAM -
Agencia de Cooperación Internacional del Japón - JICA -

Todos los derechos reservados.

Proyecto de Cooperación Técnica entre el Gobierno de Panamá y el Gobierno de Japón, denominado *Proyecto de Desarrollo Técnico de la Conservación de los Bosques - CEMARE* - ejecutado en el Centro para el Desarrollo Sostenible - CEDES -

Prohibida la reproducción parcial o total de esta obra por cualquier medio electrónico, audiovisual y escrito sin autorización de la Autoridad Nacional del Ambiente y Agencia de Cooperación Internacional del Japón.

Manual elaborado por:

Autores: Pascual Castillo, Octavio de la Cruz, Kenichi Takano.

Contribuyeron con trabajos e información : Expertos Japoneses y funcionarios de la ANAM que participaron en el Proyecto.

Colaboración : Bolivar Navas, Durkein Martinez, Amargit Gisell Pinzón Montenegro, Carmina Reina de Castro.

Revisión de texto: Eric Fernando Rodriguez Rivera.

Fotos: Kenichi Takano, Pascual Castillo, Octavio de la Cruz, Durkein Martinez, Amargit G. Pinzón M.

Dibujos: Rigoberto Morales M.

Impreso en Prestocopias S.A

Este Manual fue financiado por la Agencia de Cooperación Internacional del Japón - JICA-

Publicado por el Proyecto *Desarrollo Técnico de la Conservación de los Bosques - CEMARE*.

Río Hato, República de Panamá
- 2000 -

CONTENIDO

	Páginas
1. Introducción	1
2. Conceptos forestales	3
2.1. El bosque.	3
2.1.1. El bosque como ecosistema	3
2.1.2. Bosques homogéneos y heterogéneos	3
2.1.3. Bosques coetáneos y multietáneos	4
2.1.4. La rotación del bosque	4
2.1.5. El bosque como cultivo	4
2.1.6. Las especies forestales	5
2.1.7. El árbol	6
2.1.7.1. La copa	6
2.1.7.2. El tronco	7
2.1.7.3. Las raíces	11
2.2. El bosque y su entorno (influencia del bosque.)	12
2.2.1. Clima	12
2.2.2. Temperatura	12
2.2.3. Humedad	13
2.2.4. Viento	13
2.2.5. Precipitación	14
2.2.6. Evaporación	14
2.3. Métodos de regeneración	15
3. Plantaciones	17
3.1. Plantaciones Forestales	17
3.1.1. EL marco legal	17
3.1.2. Sistema silvicultura en Plantaciones Forestales	18
3.1.3. Factores a considerar en una plantación	19
3.2. Planificación de la plantación	20
3.2.1. Planificación	20
3.2.2. Selección de sitios	21
3.2.3. Selección de especies	21
3.2.4. Métodos de producción de plantas	23
3.2.5. Distanciamientos	25
3.2.6. Época de plantación	27
3.3. Preparación del sitio	28
3.3.1. Manual	28
3.3.2. Mecánica	29
3.3.3. Arado	29
3.4. Técnicas de plantación	30
3.4.1. Trazado	30
3.4.2. Apertura de hoyos	33
3.4.3 Selección de plantas	36
3.4.4. Distribución de plantas	37

3.4.5. Plantación en bolsa	37
3.4.6. Plantas en contenedores	39
3.4.7. Plantas producidas a raíz desnuda	40
3.4.8. Plantado de Pseudoestacas	41
3.5. Cuidado post plantación	42
3.5.1. Riego de la plantación	42
3.5.2. Deshije	42
3.5.3. Reemplazo de árboles muertos	43
4. Mantenimiento y protección	44
4.1. Control de malezas	44
4.1.1. Limpieza General	44
4.1.2. Limpieza Parcial	47
4.2. La poda	47
4.2.1. Poda natural	47
4.2.2. Poda artificial	48
4.2.3. Características de los árboles a podar	50
4.2.4. La época de poda	50
4.2.5. Efectos de la poda en el crecimiento	50
4.2.6. Técnicas para realizar los cortes	51
4.2.7. Frecuencia de poda	53
4.2.8. Consideraciones económicas	53
4.3. Plagas y enfermedades	55
4.3.1. Control de insectos plagas en la silvicultura	55
4.3.2. Criterios para el control	56
4.3.3. Costos de las medidas de control	56
4.3.4. Niveles de plagas	58
4.3.4.1. Plagas potenciales	58
4.3.4.2. Factores que determinan la magnitud del daño	58
4.3.5. Prácticas silviculturales en el control de insectos	58
4.4. Plagas más comunes en las plantaciones	59
4.4.1. Plagas de brotes y yemas	59
4.4.2. Plagas del follaje	61
4.4.3. Plagas de fustes y ramas	65
4.5. Daños causados por patógenos	67
4.6. Conceptos concretos sobre el control de plagas	69
4.6.1. Dosis letal	69
4.6.2. Toxicidad	69
4.6.3. Persistencia	69
4.6.4. Compatibilidad	69
4.6.5. Cálculo de la cantidad de productos a aplicar	70
4.6.6. Dilución insecticida, porcentajes a determinar	70
4.6.7. Clasificación de los insectidas	71
4.6.7.1. Naturaleza química	71
4.6.7.2. Método de acción	72
4.6.8. Fungicidas sistémicos o curativos	73
4.6.9. Equipo de aplicación	73

4.7. Protección de las plantaciones contra incendios forestales	76
4.7.1. Causas de los incendios	76
4.7.2. Medidas de protección	76
4.7.3. Tipos de incendios forestales	77
4.7.4. Control de incendios	79
5. Manejo de plantaciones	79
5.1. Raleos	82
5.1.1. Objetivos del raleo	82
5.1.2. Finalidad del raleo	83
5.1.3. Aclareo forestal	83
5.1.4. Dinamica de crecimiento del rodal	83
5.1.5. Efectos de los raleos en los árboles	84
5.1.6. Porque el Crecimiento en volumen de un árbol es tan sensible a la competencia.	85
5.1.7. Que sucede en un rodal sin manejo	86
5.1.8. Clasificación de algunas formas de los árboles	88
5.1.9. Métodos cualitativos versus métodos cuantitativos para planificar los raleos	89
5.1.10. Tratamientos intermedios	91
5.1.11. Métodos de raleos	92
5.1.12. Procedimiento y consideraciones generales sobre los raleos	97
5.1.13. Marcación del raleo	98
5.2. Rotación en bosque coetáneo	105
5.2.1. Rotación y corta	105
5.2.2. Criterios para determinar la rotación del bosque	107
5.2.3. Ciclo de corta en bosque.	108
5.2.4. Criterio Biológico para manejar la estructura del bosque de varias edades	109
5.2.5. Cálculo de la existencia	109
6. Aprovechamiento	113
6.1. Corta y Extracción	113
6.1.1. Factores que influyen en las operaciones de corta y extracción	113
6.1.2. Operaciones terminales	113
6.1.2.1. Apeo o corta	114
6.1.2.2. Desrame	117
6.1.2.3. El troceo	118
6.1.2.4. Extracción de los productos forestales	118
6.1.2.5. Sistemas de extracción	120
6.1.2.6. Máquinas forestales de alta tecnología	125
6.1.2.7. Máquina convencional más utilizada para tala de árboles	126
6.2. Procesamiento	130
6.2.1. Técnicas de aserrado	130
6.2.2. Técnicas de secado de madera aserrada	134
7. Medición forestal	136

7.1. Levantamiento topográfico con brújula	136
7.1.1. Características del levantamiento topográfico con brújula	136
7.1.2. Esquema de la operación	136
7.1.3. Levantamiento topográfico	137
7.1.4. Instrucción general acerca del levantamiento topográfico	139
7.1.5. Método de hacer el levantamiento topográfico	139
7.2. Medición de los árboles	145
7.2.1. Medición del diámetro	145
7.2.1.1. Instrumentos para la medición de diámetro	145
7.2.1.2. Método de Medición	146
7.2.2. Medición de Altura	147
7.2.2.1. Instrumento para la Medición de Altura	148
7.2.2.2. Método de Medición	148
7.2.3. Reglas para la medición de los árboles	150
7.2.4. Determinación de árboles por hectáreas	151
7.2.5. Cubicación de Madera	153
Referencia Bibliográfica	156

I. INTRODUCCIÓN

América Latina posee alrededor del 40 por ciento de las selvas tropicales restantes en el mundo. Pese a ello, las plantaciones industriales (en su mayor parte de especies exóticas) cumplen una función muy importante en la economía de algunos países de la región, principalmente como fuente de materia prima. La industria basada en plantaciones forestales constituyen fuentes de empleo, generan superávits económico y suministran insumos a otros sectores de la economía. Puede ofrecer nuevas riquezas para las zonas rurales más necesitadas del desarrollo económico y puede también crear un fuerte incentivo para proteger los bosques y mantener, mejorar su potencial financiero y económico.

De las 7,551,690 hectáreas que constituyen la superficie territorial de Panamá, alrededor de 1,730,520 hectáreas son tierras arables permanentes, de las cuales en 1992 el 44.5% tienen cobertura boscosas. Sin embargo si tomamos en cuenta la tasa de deforestación para el periodo 1992- 1998, puede calcularse para 1998 una disminución de 4.1 puntos porcentaje en la cobertura boscosas, alcanzando poco más de 3 millones de hectáreas (40.4%) del territorio nacional.

El establecimiento de plantaciones forestales en nuestro país requiere innovar diversa técnicas, equipo y herramientas orientadas a mejorar los rendimientos finales de los bosque plantados. Este documento incluye algunas técnicas de trabajo más comunes para plantar árboles producidos en bolsas, raíz desnuda y en Pseudoestacas, por la cual la sección de plantaciones confecciona el siguiente documento con el propósito de contribuir a capacitar y orientar los productores forestales, en las diversas faenas de establecimiento de plantaciones forestales en forma ecológica y económicamente viables.

Tabla No. 1. Superficie Reforestada

PROVINCIA /REGIÓN	ANTES DE 1992	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	TOTAL
VERAGUAS	7,603	15	300	260	500	1,210	293	60	41	10,282
PANAMA	859	238	355	910	1,500	1,568	2,040	971	1127	9,568
COCLE	1,500	86	400	135	376	645	347	230	270	4,089
CHIRIQUI	531	622	550	430	1,308	575	300	463	1,400	6,177
DARIEN	20	203	254	193	358	250	295	299	163	2,035
COLON	210	160	90	115	300	429	730	805	225	3,064
HERRERA	300	37	32	30	112	285	53	64	27	940
LOS SANTOS	23	25	100	140	234	333	200	198	59	1,312
BOCAS DEL TORO	-----	25	12	120	100	52	29	125	287	750
TOTAL	11,046	1,411	2,093	2,333	4,786	5,347	4,387	3,215	3,599	38,217

Fuente: Departamento de Plantaciones Forestales . ANAM - 1999.

Tabla No.2 Especies mas utilizadas en proyectos de reforestación en Panamá

Nombre común	Nombre científico	Hectáreas	Porcentaje
Pino caribe	<i>Pinus caribaea</i>	10,386	27.0%
Teca	<i>Tectona grandis</i>	21,748	57.0%
Acacia mangium	<i>Acacia mangium</i>	1,109	3.0%
Caoba africana	<i>Khaya senegalensis</i>	1,123	3.0%
Cedro espino	<i>Bombacopsis quinatum</i>	1,307	3.5%
Otras	<i>Otras sp.</i>	2,474	6.5%
Total		38,217	100

Fuente: Departamento de Plantaciones Forestales. A.N.A.M (1999)

Se puede decir que las primeras plantaciones son las de Teca (*Tectona grandis*) en Puerto Armuellas y las de Pino caribe (*Pinus caribaea*), de la Reserva Forestal de La Yeguada, 1950, 1967, respectivamente, cuya finalidad era la producción de madera, rompeviento y para la protección de la Cuenca del Río San Juan y la Laguna que sostiene la planta hidroeléctrica.

Posteriormente la reforestación se fue expandiendo y para 1992, se contaba con unas 10,546 hectáreas teniendo la provincia de Veraguas la mayor superficie reforestada (7,603 ha.), Coclé con 1500 ha., Panamá con 659, Chiriquí con 331 y Herrera con 300 ha. muchas de estas reforestadas con la ayuda del Programa Mundial de Alimentos. (PMA).

De 1992, hasta con la creación de la Ley de Incentivos a la Reforestación, la superficie reforestada aumentó a 30,000 hectáreas.



Figura 1-1. Area de la Reserva Forestal La Yeguada - Provincia de Veraguas, cubierta con vegetación de Pino caribe -2,000 hectáreas -,

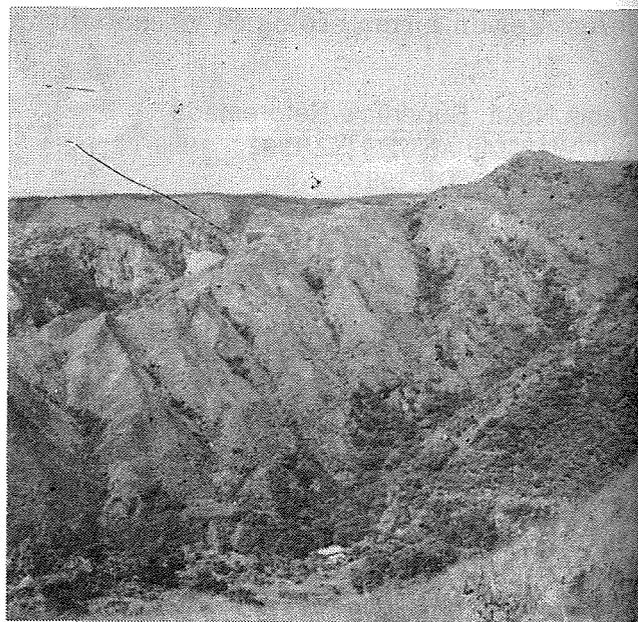


Figura 1-2. Las Tierras altas y de ladera, de alto potencial erosivo ocupan el 77.6% del territorio nacional (unos 5.9 millones de hectáreas) (IIAD-EARTHSCAN 1986).

2. CONCEPTOS FORESTALES

Durante el desarrollo del manejo de bosque se han introducido conceptos que no se utilizan en otras ramas de la agricultura. En comparación con los cultivos agrícolas, el bosque y el árbol tiene características muy propias en cuanto a función y crecimiento.

2.1.El Bosque

El bosque es un conjunto de árboles que ocupa grandes extensiones de terreno, el bosque esta formado por rodales. Un **RODAL** es una parte del bosque que se diferencia de otras por su composición, edad o estado, altura diámetro y especies.

Las funciones de un bosque son múltiples, no solo produce madera si no un sin número de productos derivados como, papel ,cartulina, laca ,leña ,carbón, tanino y otros; por otro lado también dan servicios indirectos como son: la regulación de afluentes de aguas, la prevención de la erosión y la protección contra el viento ,son ejemplos de estos servicios indirectos.

2.1.1. El Bosque como Ecosistema

El Bosque es una comunidad compuesta por organismos vivos y elementos sin vida, los primeros se le conocen como permanentes *Bióticos* y a los otros como componentes *Abióticos*. Los componentes Bióticos son: los árboles, los animales y los hongos, mientras que los componentes Abióticos incluyen: el suelo, el agua y la temperatura. Estos componentes se encuentran en una interacción continua, conocida como Ecología.

2.1.2. Bosques Homogéneos y Heterogéneos

Los bosques homogéneos están formados por especies adaptadas a condiciones específicas del medio. Por ejemplo: El manglar se ha adaptado al agua salada tropical, y la mayoría de las especies de pino. crecen en zonas de temperatura bajas. Cuando el 80% o más de los árboles de un bosque están formados de una misma especie, se trata de un Bosque Homogéneo.

El bosque Heterogéneo encuentra su máxima desarrollo en la selva tropical húmeda. Debido a su alta temperatura y elevada precipitación, se pueden encontrar hasta doscientos cincuenta (250) especies por hectáreas.

Esta heterogeneidad es uno de los mayores obstáculos para el manejo de la selva tropical.



Figura 2-1. Plantaciones de *Tectona grandis* –Bosque Homogéneo - Al fondo un Bosque Heterogéneo donde hay una gran diversidad de especies.

2.1.3. Bosques Coetáneos y Multietáneos

Un rodal o un bosque puede estar formado por árboles de aproximadamente la misma edad o de diferentes edades.

Se dice que es Coetáneo cuando el bosque está formado por árboles de aproximadamente de la misma edad (figura 2.2) y Multietánea , cuando existen edades diferentes (figura 2.3).



Figura 2-2. Cuando el Bosque está formado por árboles de aproximadamente la misma edad se llama Coetáneo. *Khaya senegalensis*



Figura 2-3. Cuando un Bosque formado por árboles de diferentes edades es un Bosque Multietáneo o Bosque de Edades Múltiples. *Pinus caribaea* y *Swetenia macrophylla*

El Bosque Heterogéneo es aquel formado por varias especies forestales. Cuando el bosque está formado por árboles de la misma edad, se la llama Coetáneo. Cuando la cantidad de árboles que forma el bosque es de diferentes edades, es un bosque Multietápico.

2.1.4. La Rotación del Bosque

La gran diferencia entre el cultivo agrícola y un bosque reside en el tiempo requerido para cosecha.

El agricultor cosecha sus cultivos al menos una vez al año, mientras que la rotación del bosque varía entre ocho y cincuenta años.

La producción de madera para pulpa de papel por ejemplo, puede durar entre ocho y veinte años, por el contrario, para producir chapas puede durar hasta cien años.

2.1.5. El Bosque como Cultivo

El objetivo del productor forestal es obtener un rendimiento sostenido. La cosecha anual de madera no debe superar el incremento anual del bosque. El incremento anual es el volumen que anualmente se añade a todos los árboles. Para obtener una cosecha anual sostenida de un bosque coetáneo con un rodal de veinte años se procede de la siguiente manera:

El rodal ideal para el bosque es el resultado de la división del total de la superficie entre la edad de rotación, por ejemplo. Planificamos la reforestación de cien hectáreas, con una especie de turno para veinte años, el rodal ideal a plantar es igual a $100/20 = 5$ hectáreas anuales es preciso reforestar.

Para lograr la sostenibilidad del bosque, de ello se desprende:

R = S/ T Dónde **R = Rodal ideal**
 S = Superficie
 T = Turno de la especie

1 un Bosque normal regulado todas las edades responden a la Edad de Establecimiento.

1 un Bosque de 20 hectáreas con turno de 20 años da rodal corresponde a un año de edad de la plantación.

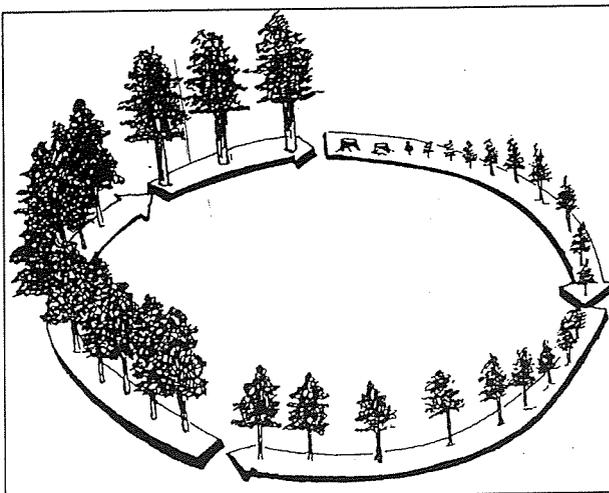


Figura 2-4. Esquema de distribución del bosque

1.6. Las Especies Forestales

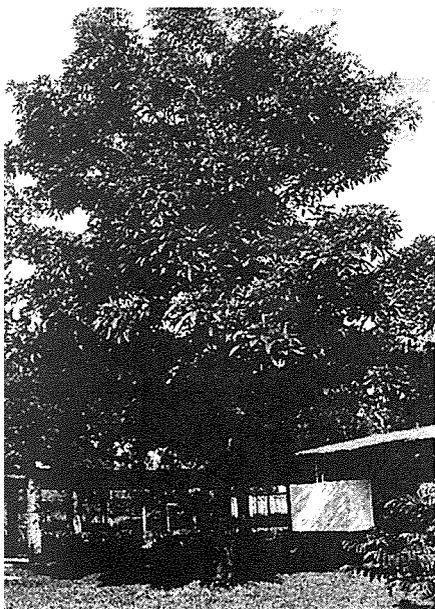
Las especies forestales se pueden clasificar en dos grupos:

Las Coníferas

Los pinos son coníferas, tienen agujas y conos. Pertenecen a las Gimnospermas, sus semillas están al descubierto encima de las escamas. Son alada y se dispersa por el viento



Figura 2-5. Bosque conifera *Pino caribaea* -



➤ Las Latifoliadas

Nativas y exóticas

Las latifoliadas pertenecen a las Angiospermas.

Sus semillas están envueltas por un tejido vegetal.

Figura 2-6. *Tabebuia pentaphylla*

2.1.7 El Arbol

El árbol es un vegetal leñoso. Tiene una altura mayor a tres metros, existen árboles que pueden alcanzar 90 metros de altura y un diámetro de 3 metros.

Los arbustos tienen una altura menor de 3 metros. Poseen tallos ramificados. Sus copas no son características para la especie o el género, como es el caso de los árboles.

En un árbol se pueden distinguir la Copa, El Tronco y las Raíces.

2.1.7.1. La Copa

La copa incluye ramas, ramitas, hojas, flores, frutas y yemas. La función principal de la copa es la producción de carbohidratos. Todas las plantas verdes son capaces de convertir el bióxido de carbónico del aire en carbohidratos. A través del proceso de Fotosíntesis.

El proceso de fotosíntesis se efectúa mediante la luz y el calor de la energía solar y la clorofila.

La copa necesita espacio para recibir energía solar sobre las hojas. Por consecuencia, en un bosque existe competencia entre las copas de los árboles.

Según la posición de la copa de los árboles, en el bosque se distingue los siguientes tipos de árboles:

➤ Árboles Dominantes

Sus copas se extienden encima del nivel general del dosel forestal. Reciben luz solar vertical plena y luz lateral parcial. Son más altos que los árboles promedios del rodal

➤ Árboles Codominante

Sus copa forman el nivel del dosel y reciben luz vertical plena pero poca luz lateral. Las copas son de tamaño mediano.

➤ Árboles Intermedios

Sus copas se extienden bajo el dosel formado por los codominante. Reciben poca luz vertical y ninguna luz lateral. Las copas son pequeñas y apretadas por los lados.

➤ Árboles Oprimidos o Suprimido

Sus copas quedan completamente bajo el nivel general del dosel forestal. No reciben luz directa.

Algunas especies forestales tienen la capacidad de desarrollarse a la sombra de la otra, pero también existen otras que son intolerantes, éstas crecen solamente a plena luz y mueren en la sombra.

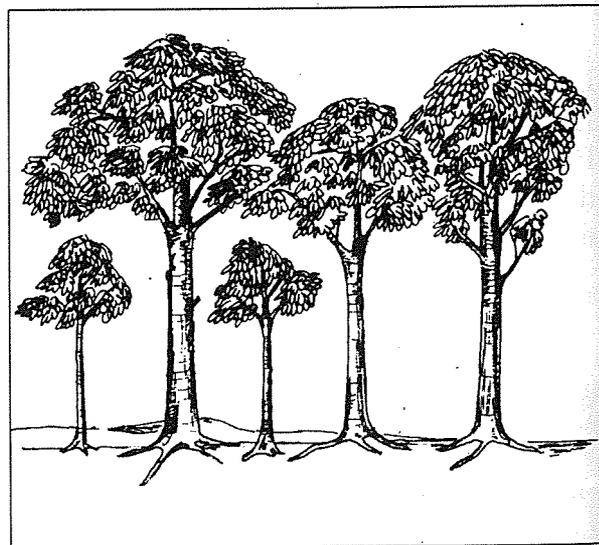


Figura 2-7. Clasificación de Árboles según su copa.

Existen otras especies forestales que toleran sombra parcialmente en su edad juvenil.

Ejemplo de una especie tolerante parcial: *Swetenia macrophylla* – Caoba Nacional.

Especie intolerante: El *Pinus caribaea* – Pino.

Las especies intolerante tienen un crecimiento rápido. Son especies pioneras.

Las tolerantes crecen más lentamente

2.1.7.2. El Tronco

El Tronco es una columna leñosa. Su forma depende de factores genéticos y de las condiciones de crecimiento del árbol.

Podemos observar formas estilizadas del tronco de una coníferas que creció aisladamente (Figura 2-9). Del mismo modo una coníferas que creció en bosque coetáneo (Figura 2-10).

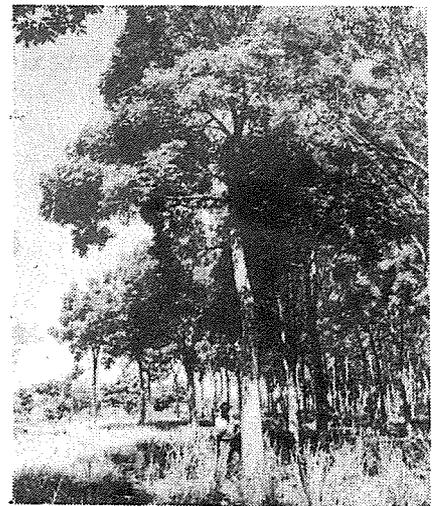


Figura 2-8. Árboles de *Swetenia macrophylla* Caoba nacional. Prov. Herrera

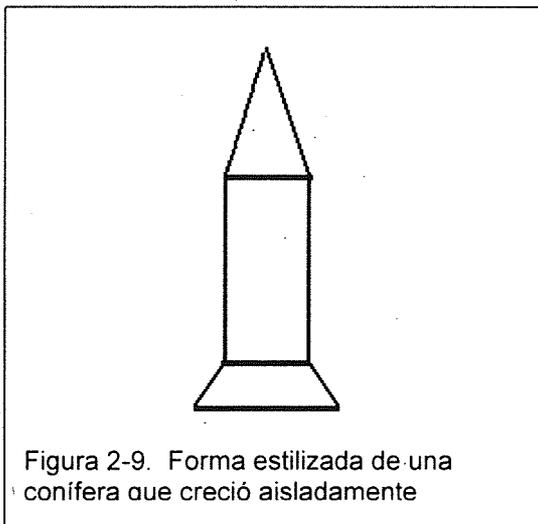


Figura 2-9. Forma estilizada de una conifera que creció aisladamente

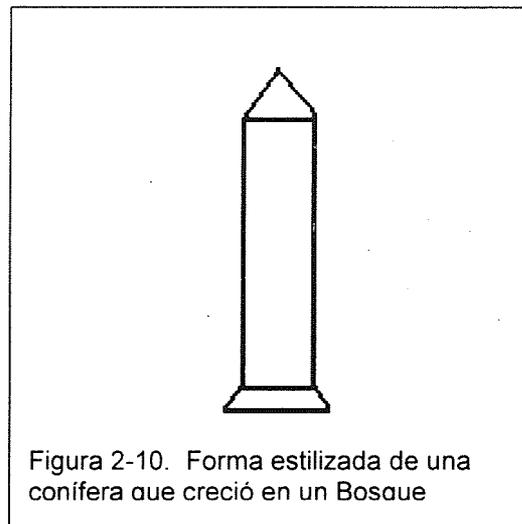


Figura 2-10. Forma estilizada de una conifera que creció en un Bosque

La sección transversal del tronco puede tener distintas formas:

1. Sección transversal circular

2. Transversal elíptica.

3. Transversal acanalada.

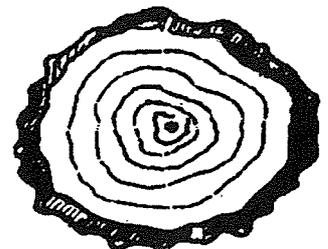
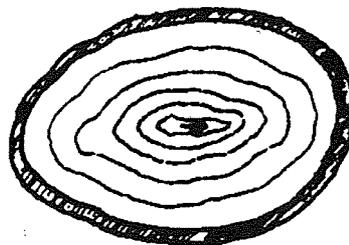
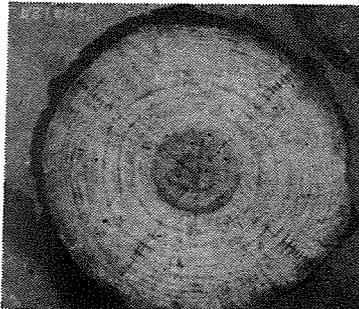


Figura 2-11. Sección transversal del tronco

La base del tronco puede ser:

- Recta (figura 2-12).
- Presentar Protuberancias. (figura 2-13).



Figura 2-12. Base del Arbol-Recta. *Prioria copaifera*



Figura 2-13. Pie con Costillas Básales Gambas. *Mora oleifera*

En una sección transversal del tronco se puede distinguir lo siguiente:

- Corteza exterior.
- Corteza interior.
- Cambio.
- Albura.
- Duramen.
- Vasos.
- Radios medulares.
- Anillos medulares.

El conjunto de la corteza exterior e interior se llama *Floema*. El conjunto de la albura y el duramen se llama *Xilema*.

La corteza exterior del tronco consiste en tejido muerto. Su función es proteger el árbol contra daños. Las especies con la corteza exterior gruesa son más resistentes al fuego, que las que tiene una corteza exterior delgada.

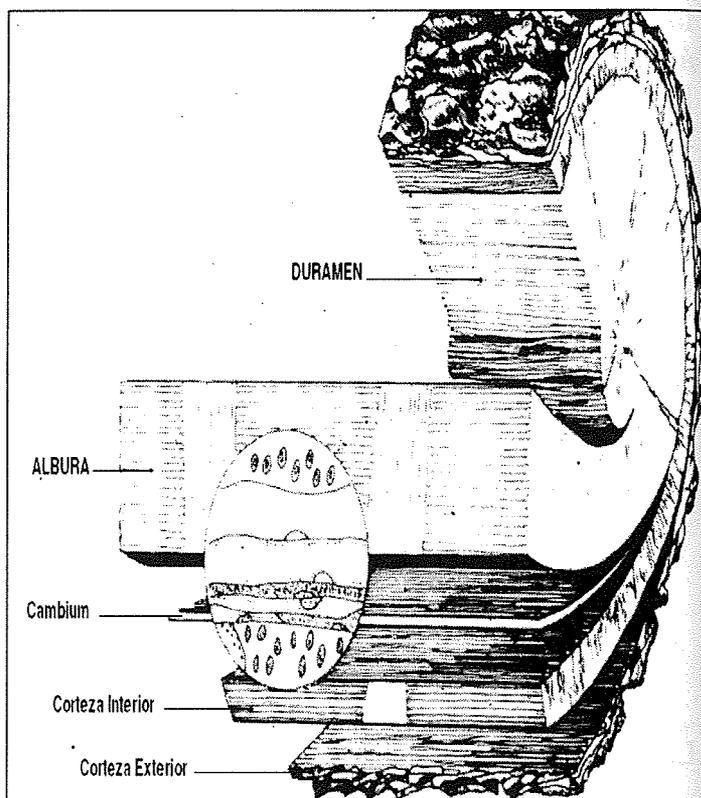


Figura 2-14. Partes de la madera
Fuente: Manual de secado del grupo Andino

La corteza interior está formada por un tejido vivo, que consiste en vasos y otras células. Los vasos son células tubulares y transportan los carbohidratos por todo el árbol. La dirección del flujo de los carbohidratos es desde las hojas hacia las raíces . .

Entre la corteza interior y la albura, se presenta una capa fina, con espesor de una sola célula, llamada *Cambium*. Éste es el tejido generador. Hacia fuera produce la corteza interior y hacia adentro, la albura.

La madera fisiológicamente viva se llama *Albura*. Tiene un color blanquecino. En la albura se encuentran también vasos. Estos transportan el agua y los minerales del suelo hacia la copa. La madera fisiológicamente inactiva se llama *Duramen*. Generalmente, tiene un color oscuro.

La mayor parte de la madera consta de fibras. Estas se llaman *Fibras Libriformes*.

El transporte radial de las soluciones nutritiva se realiza mediante los radios medulares.

Los radios medulares pueden verse bien en los cortes de la madera.

- Radios medulares en la sección transversal.
- Radios medulares en la sección radial.
- Vasos

El crecimiento de los árboles no es constante. El desarrollo se adapta a factores externos. Durante el invierno o la época seca, muchas especies pierden sus hojas. En este periodo de reposo, el proceso de fotosíntesis se detiene.

Las especies que pierden sus hojas en este periodo, se llaman especies *Caducifolias*. Mientras que las especies que no pierden sus hojas en el reposo, como las coníferas, se llaman especies *Perennifolias*.

El reposo periódico se muestra en los *Anillos de Crecimiento*. Éstos son visibles en la sección transversal del tronco. Durante la época lluviosa o la primavera, el tronco transporta grandes cantidades de agua y nutrientes

Por lo tanto, los vasos y las células tienen grandes diámetros y las paredes celulares son delgadas. En contraste, la madera producida durante el verano consta de vasos y células más pequeños con paredes más gruesas. Las diferencias en estructuras de estas células producen los anillos de crecimiento.

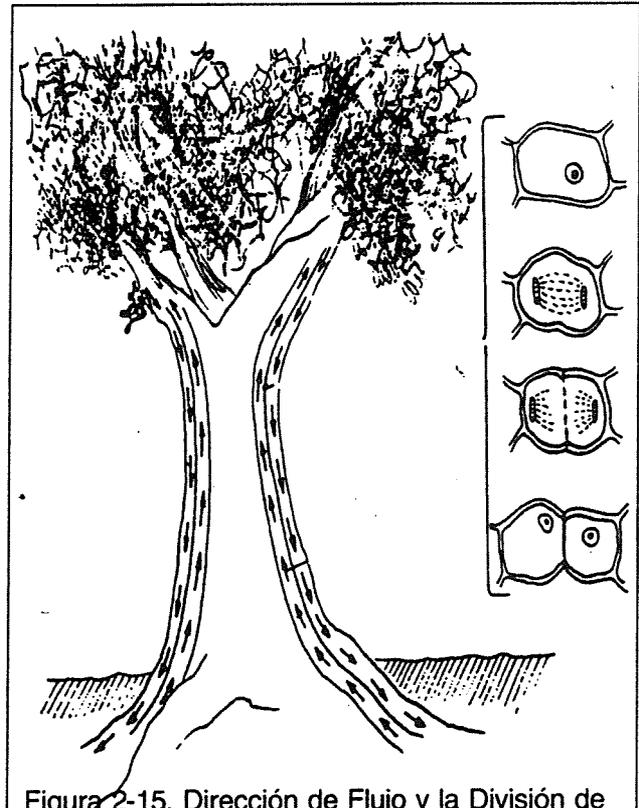


Figura 2-15. Dirección de Flujo y la División de las células meristemáticas

Si el reposo se efectúa una vez al año, los anillos son anuales. Se puede estimar la edad del árbol al contar los anillos. Estos reflejan también el crecimiento de los árboles en el pasado. Los anillos anchos indican una buena época del crecimiento, mientras que los anillos angostos, una mala época.

Sección transversal de una conífera (árbol de pino) mostrando los anillos visible solamente en estas especies, no así en las latifoliadas o especies de hojas anchas.

Las plantas en el periodo de crecimiento, en la estación lluviosa, por las condiciones favorables ideales en ese momento, su crecimiento es mayor, sin embargo en el periodo de sequía el aumento es mínimo, dando como resultado una diferencia en cada ciclo de desarrollo este proceso es reflejado en el crecimiento de la madera y se puede apreciar en forma de anillos concéntricos en un corte transversal de un tronco de pino y como los ciclos son anuales, permite cuantificar la vida del árbol, en función de cada anillo un año, asiendo la sumatoria se logra una estimación de la edad de la especie, en forma aproximada.

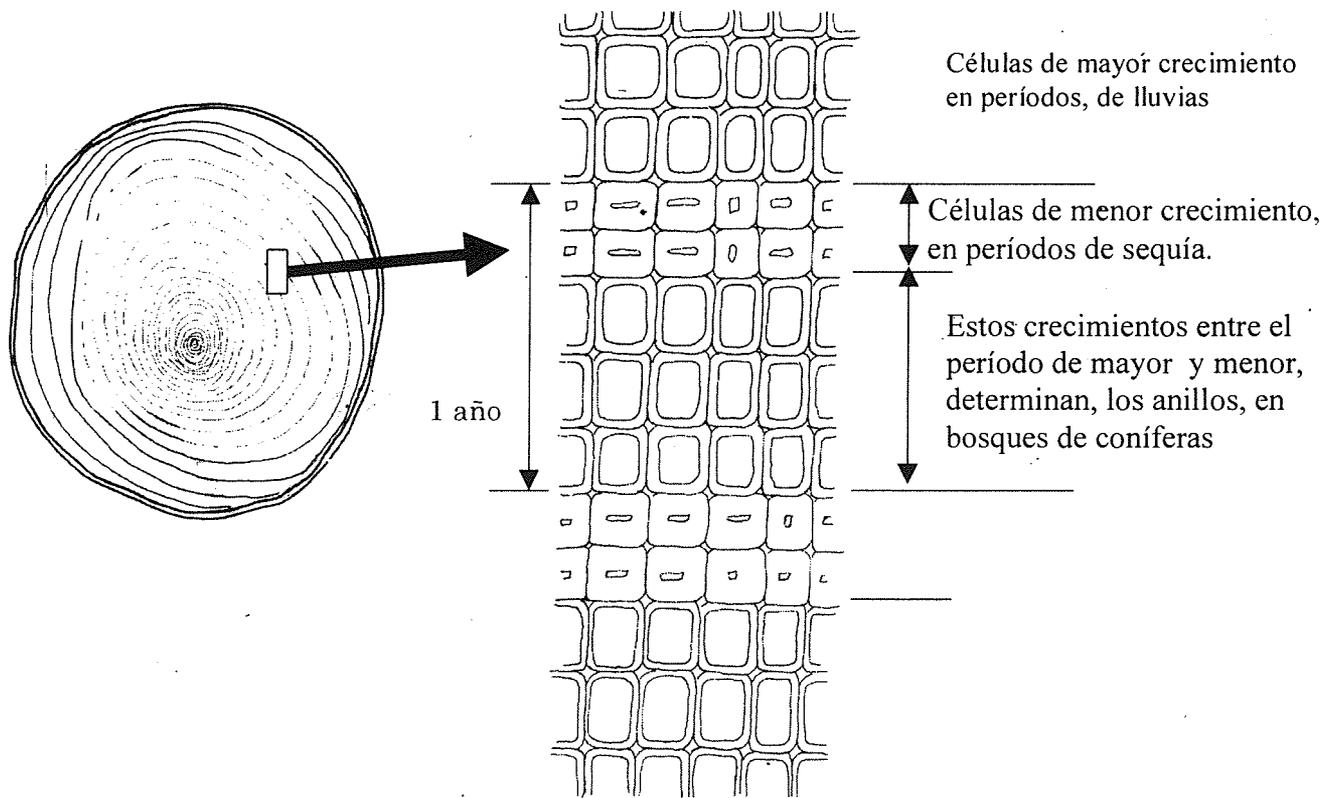


Figura 2-16. Esquema del crecimiento anual de árboles de conífera

2.1.7.3. Las Raíces

La parte radicular de un árbol consta de:

- Raíz principal, generalmente pivotante.
- Raíces laterales.
- Raicillas.

Las raíces y raicillas crecen mediante la división de células del tejido meristemático, localizado en la punta. Las raicillas llevan un gran número de pelos radiculares.

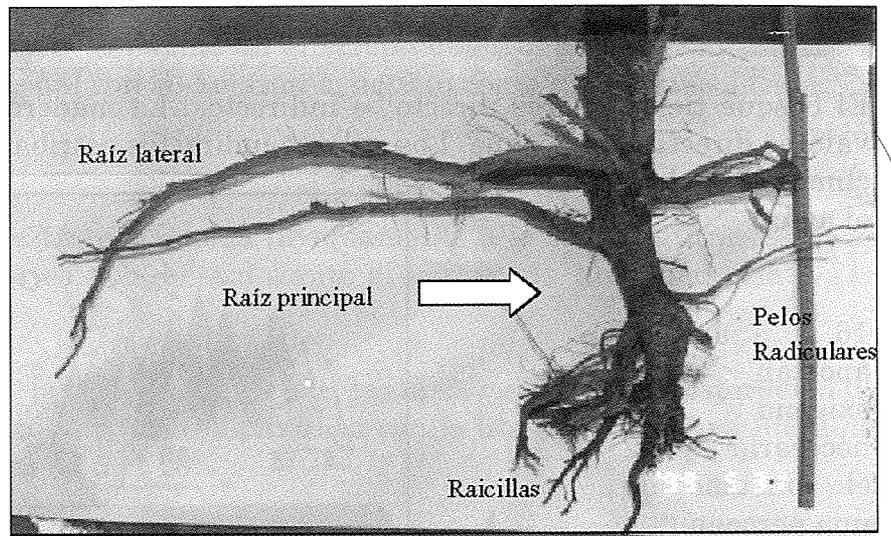


Figura 2-17. Raíz de *Switenia macrophylla*, tres años de establecida

Los pelos radiculares son producciones unicelulares cerca de la terminal de la raíz. Cuando las raíces crecen, producen nuevos pelos radiculares. Los pelos radiculares viejos mueren.

Entre las raíces de los árboles del bosque, existe una competencia por agua y minerales. Por esto, es importante regular la densidad del bosque. Las raíces forman la parte subterránea del árbol. Anclan en el suelo, provee al árbol de agua y absorben los minerales necesarios para el crecimiento.

Muchas coníferas y latifoliadas viven en simbiosis con hongos. Estos hongos se establecen en las raíces o en su superficie, se llama *Micorriza*. Sin ellos, el árbol no puede desarrollarse bien. En la simbiosis, las micorrizas proveen al árbol de sales minerales, éstas sales contienen nitrógeno, fósforos y potasio. En cambio, las micorrizas reciben azúcares de las raíces.

Las micorrizas son estructuras especializadas que se desarrollan como resultado de una asociación simbiótica entre ciertas especies de hongos y las raíces de plantas superiores.

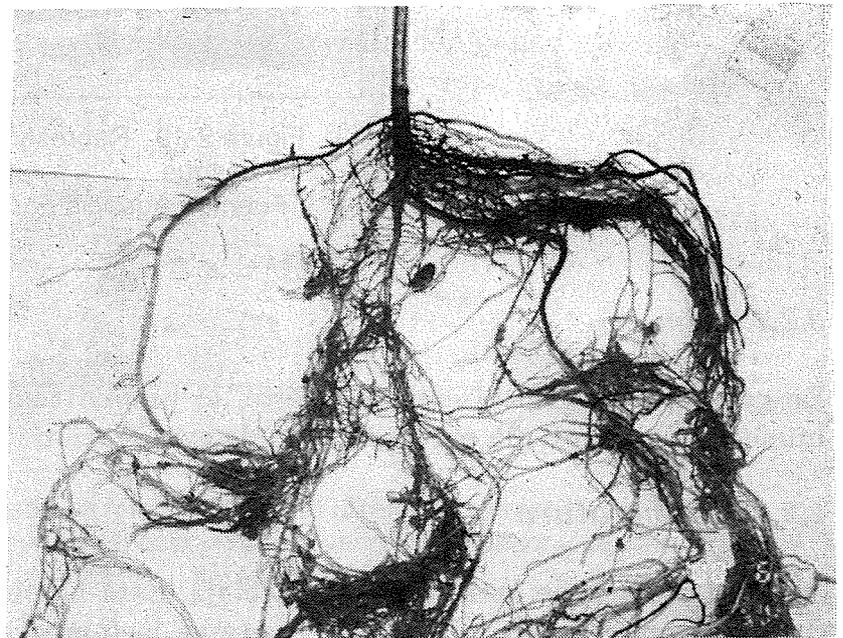
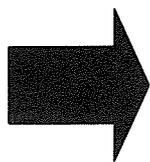


Figura 2-18. Asociación de bacterias nitrificantes, en asociación con plantas leguminosas *Acacia mangium*

2.2. El Bosque y su Entorno (Influencia del bosque.)

El bosque tiene valores directo e indirectos. La madera, el carbón y los frutos representan valores directos del bosque. Los valores indirectos estriban en la influencia del bosque sobre el clima, el suelo y el agua.

16 árboles aportan el oxígeno necesario para el consumo de una persona.



El Bosque provee servicios

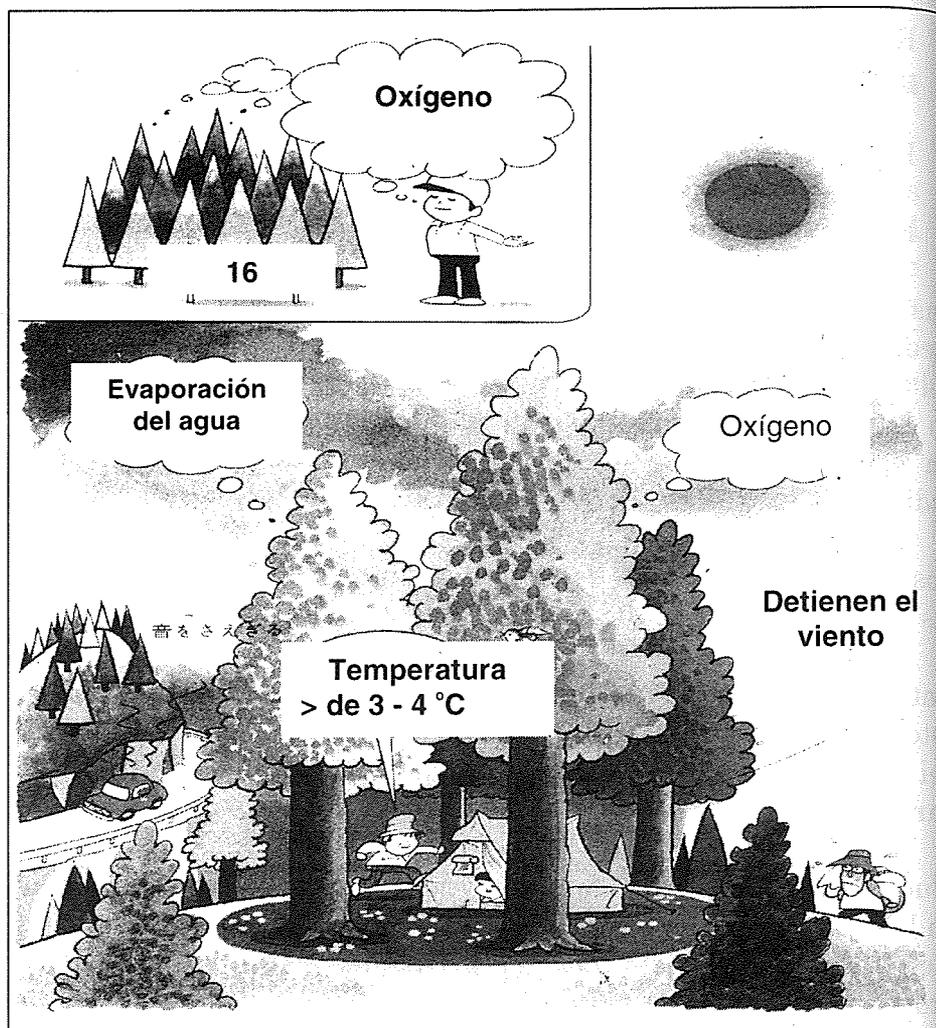


Figura 2-19. Representación de los beneficios indirectos del bosque.

(Fuente : Agencia Forestal del Japón, 1981)

2.2.1. Clima

En comparación con el campo abierto, el bosque tiene un clima propio. La temperatura, la humedad, el viento, la precipitación y la evaporación tiene valores propios en el bosque.

2.2.2. Temperatura

El dosel del bosque actúa como una cobija. Esta no permite que la temperatura cambie tanto como el campo abierto. Durante el verano, la temperatura en un bosque es más baja. En invierno, es más alta. Estas diferencias pueden variar de 3 a 4 °C.

La temperatura del suelo también está influenciada por esta acción. La diferencia de la temperatura del suelo en el bosque y la del suelo en el campo abierto, puede alcanzar 12° C. Además, el dosel mismo y el piso forestal con su hojarasca, actúan como capa de insolación.

2.2.3. Humedad

La humedad relativa de un bosque está relacionada inversamente a la temperatura. Es decir, cuando la temperatura en el bosque es más baja durante el verano, la humedad relativa es más alta.

La humedad depende también de la transpiración de los árboles. Esta transpiración es máxima durante las épocas de crecimiento. En comparación con la humedad relativa fuera del bosque, se han registrados diferencias de 5 al 16%.

2.2.4. Viento

La capacidad del bosque para reducir la velocidad del viento es bien conocida. Esta reducción depende de la densidad de las copas, del espaciamiento, de la altura de los árboles y de la extensión del bosque.

El promedio de reducción de la velocidad del viento puede variar entre 60 y 80%. Por esto, en la agricultura se utilizan cortinas rompe viento para crear un micro clima favorable a los cultivos.

La influencia del rompeviento depende de su penetrabilidad, de la edad de los árboles y de la composición de especies.

El efecto benéfico del rompe viento a sotovento se extiende hasta 30 veces su altura. Se han reportado aumentos de 25% en la cosecha de granos, 22% en papas.

Los rompevientos tienen también influencia benéfica en la producción ganadera.

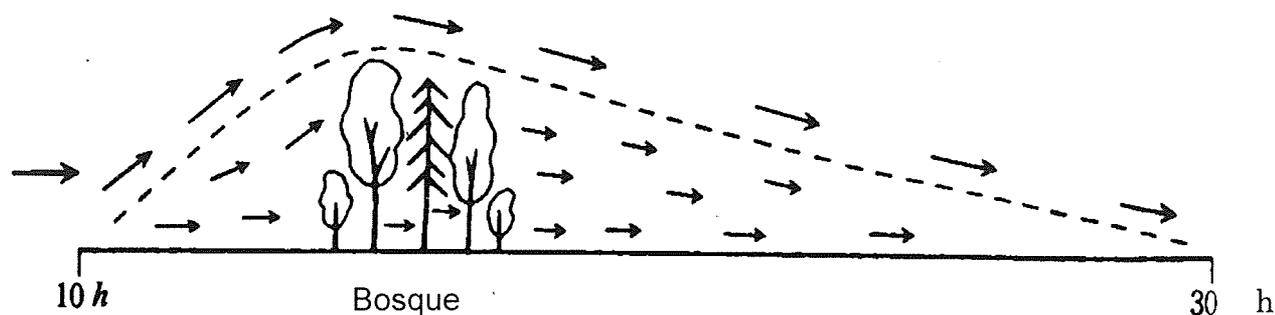


Figura 2-20. El bosque como rompeviento, en forma barlovento (Frente al viento) su efecto es 10 veces su altura. Por el lado sotovento, Después del bosque su proyección es mayor y se calcula 30 veces su altura

2.2.5. Precipitación

La cantidad de lluvias que cae dentro del bosque es menor que la que cae en un campo abierto. Mediante sus hojas, los árboles interceptan la precipitación. La lluvia no interceptada llega al suelo por las hojas, por las aberturas del dosel o por escurrimiento a lo largo de los troncos. La interceptación depende de la intensidad de la precipitación, de las especies forestales que forman el bosque y del espaciamiento entre los árboles.

Durante un aguacero fuerte, el bosque intercepta solamente el 25% de la lluvia. Por otra parte, si la lluvia es ligera, puede interceptarse en un 100%.

Las especies latifoliadas cadusifolias interceptan poca precipitación cuando están sin hojas. Un bosque con espaciamiento amplio intercepta menor cantidad de lluvia que un bosque con espaciamiento reducido. En promedio, la intersección puede variar entre 5 y 50% de la lluvia.

La precipitación dentro de un bosque no siempre es menor que la del campo abierto. En la selva nublada, la precipitación puede ser mayor que fuera del bosque. Esto se debe a la condensación de la neblina sobre las hojas y las ramas de los árboles.

2.2.6. Evaporación

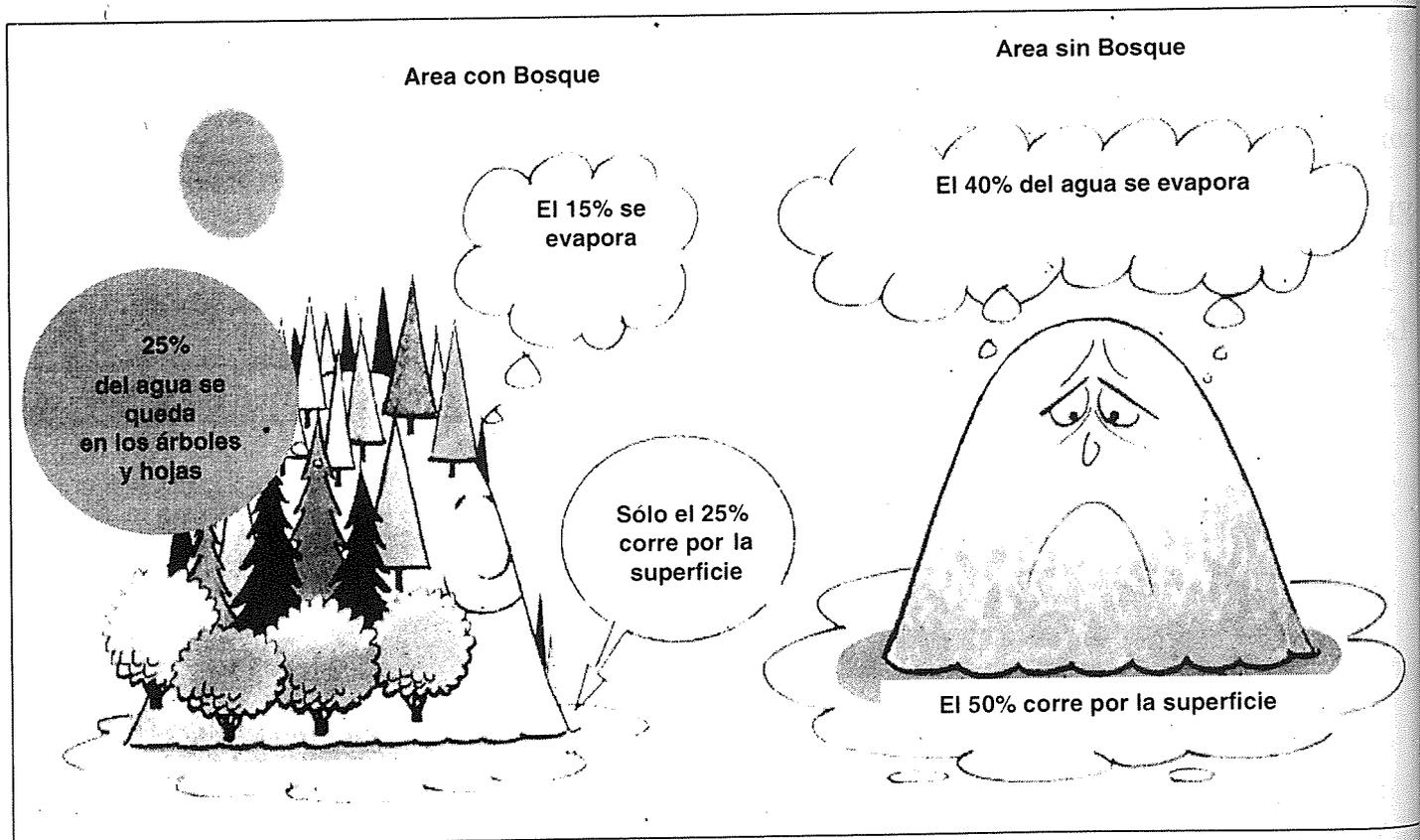


Figura 2-21. Interceptación y movimiento del agua en el bosque (Fuente : Agencia Forestal del Japón, 1981)

Parte de la precipitación en el bosque, vuelve a la atmósfera como vapor. La evaporación incluye el agua evaporada del suelo, la transpiración de las plantas y la lluvia interceptada.

La velocidad del viento, la temperatura, la humedad y la presión atmosférica tienen influencia sobre la evaporación. El efecto del bosque sobre los tres primeros factores da como resultado una reducción de la evaporación.

La evaporación varía de 10 al 80%, en comparación con la del campo abierto sin vegetación. La corta y el raleo del bosque tienen influencia sobre la evaporación. La última cambia proporcionalmente con el grado de las cortas. Si la evaporación de un campo abierto es de 100%, la evaporación de un bosque en este sitio cuando se ha cortado la mitad de los árboles, será de aproximadamente de 50% y la evaporación de un bosque no intervenido será del 25%

2.3. Método de Regeneración

La composición, calidad y la continuidad de un bosque depende de su regeneración. La regeneración o reproducción forestal es un proceso en el cual la masa forestal existente se sustituye por una nueva.

Para la renovación de los bosques, se han desarrollado métodos de regeneración. Los métodos de regeneración son procedimientos ordenados que incluyen la tala parcial o total del bosque existente, y el establecimiento de un nuevo bosque. Se han desarrollado métodos de regeneración natural y artificial. En los métodos de regeneración natural, los bosques se pueden establecer mediante semillas y retoños



Figura 2-22. Plantas de regeneración natural de *Anacardium excelsum*, agrupadas bajo el dosel de *Acacia mangium*

Actualmente la regeneración natural solamente se aprecia en algunas especies exóticas, en pequeños rodales, de *Tectona grandes*, *Pinus caribaea*, pero los mismos crecen en forma no

ordenada y con carencia de manejo, sin embargo, para el resto de las especies exóticas, *Acacia mangium*, *Eucalyptus sp* la regeneración observada son mínimas por unidad de superficie y en algunos casos no se puede observar regeneración debajo del dosel de los árboles, por ello al momento de establecer la plantación únicamente se utiliza el método artificial, (plantaciones).

Probablemente en la segunda rotación se incluya la regeneración natural como un sistema de manejo para algunas plantaciones, como por ejemplo el *Pinus caribaea* y *Tectona grandis*.

El incremento anual de madera en plantaciones puede variar entre 10 y 24 m³/ ha/ año. En contraste, el bosque natural produce solamente hasta 5 m/ ha/ año. Esta diferencia se debe principalmente al uso de especies de rápido crecimiento y a la optimización del espaciamiento en las plantaciones.

03. PLANTACIONES

3.1. Plantación Forestal

Método de regeneración artificial, que consiste en el establecimiento de árboles en la superficie que se desea repoblar, después que las plantas han pasado las fases críticas de germinación a nivel de vivero. Es el cultivo de los árboles forestales o rodal creado artificialmente, ya sea por siembra directa o plantación.

Cuando hablamos de artificial deberemos entender que la intervención del hombre estuvo presente en la fase de establecimiento cualquiera que sea el método, siempre que esta plantación utilice material vegetativo que ha superado las fases críticas de germinación y los primeros estadios de crecimiento. La plantación es el establecimiento de una cubierta arbórea en un área determinada, a través de la cual se asegura la sobrevivencia de una densidad mínima de plantas por hectáreas, que en definitiva debe dar origen a un bosque.



Figura 3-1. Plantación *Swetenia macrophylla*



Figura 3-2. Plantaciones *Tectona grandis*

3.1.1 El marco legal

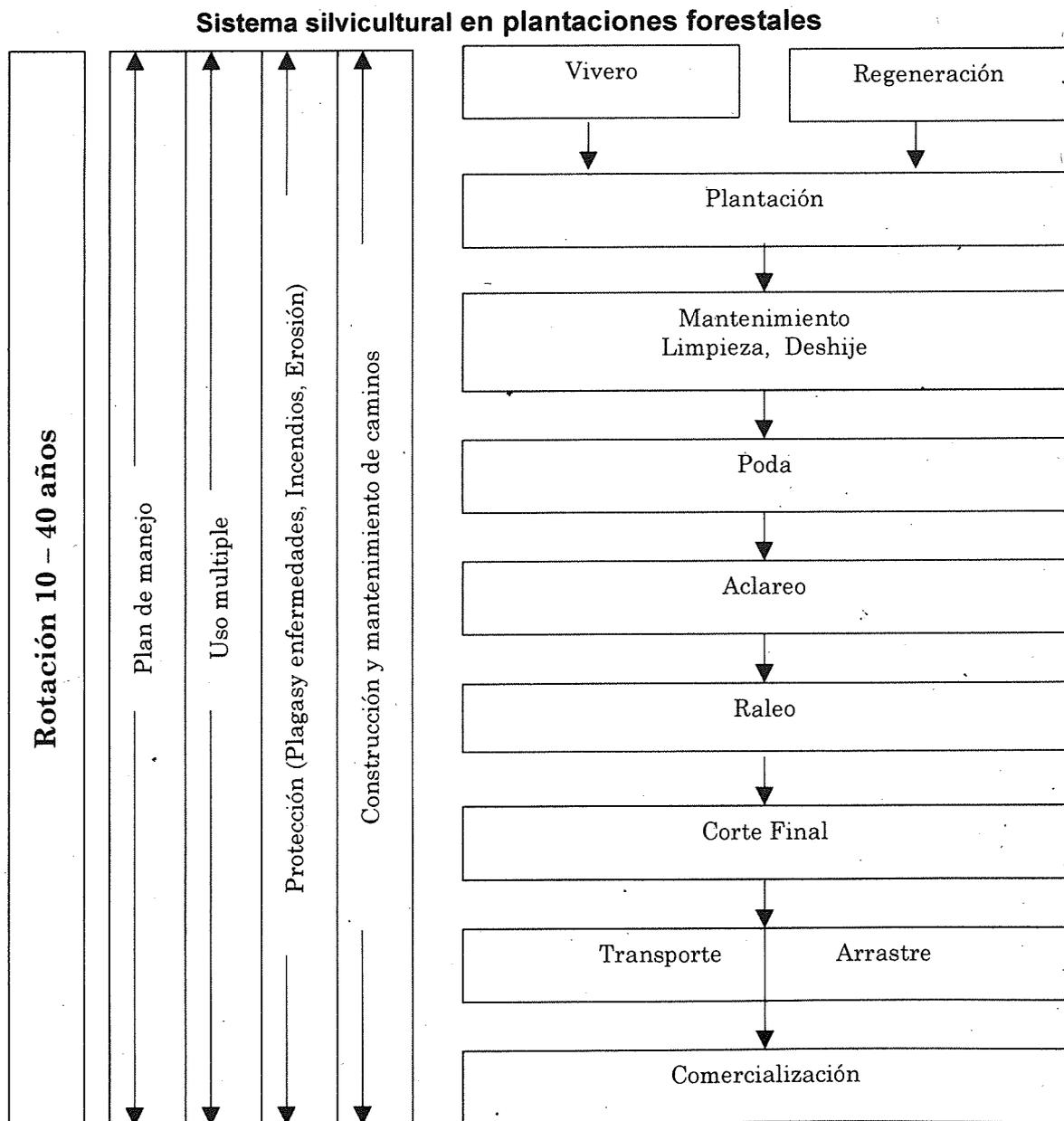
El marco legal sobre el cual se reglamenta de manera directa la actividad de reforestación en el país. Con la finalidad de incentivar y reglamentar la producción forestal a nivel nacional. Se encuentra plasmado en las siguientes leyes

- Ley N° 1 del 3 de febrero de 1994, por la cual se establece la legislación forestal de la República.
- Ley N° 24 del 23 de noviembre de 1992, por la cual se establecen incentivos y se reglamenta la actividad de reforestación en la República.
- Ley N° 58 del 29 de diciembre de 1999, por la cual se crea el certificado de incentivos forestal para pequeños productores agropecuarios y se modifica el artículo 2 de la ley 20 de 1995.

3.1.2. Sistema silvicultural en plantaciones forestales

En su forma clásica un sistema silvicultural se define como el proceso mediante el cual la cosecha que contiene un bosque es manejada, aprovechada y remplazada por una nueva cosecha, dando como resultado un bosque que produce en forma sostenida.

El esquema inicia desde el vivero con la selección de la planta, mantenimiento, manejo y aprovechamiento, hasta la comercialización del producto. Visto como un sistema dónde los componentes interactúan con un fin común.



3.1.3. Factores a considerar en una plantación

Los siguientes factores son de suma importancia su consideración, para el establecimiento de plantaciones, por que permiten relacionar aspectos ambientales, sociales y económicos para lograr una integración entre la planta y su entorno, los mismos son claramente entendibles.

