

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA  
C A T I E

Curso Intensivo sobre  
"Manejo y Aprovechamiento de Bosques Tropicales"

PLANTACIONES DE ENRIQUECIMIENTO EN SURINAM  
CON ESPECIAL REFERENCIA PARA MAPANE

Por: Leonidas Vega

2 febrero - 12 marzo

1976

PLANTACIONES DE ENRIQUECIMIENTO EN SURINAM  
CON ESPECIAL REFERENCIA PARA MAPANE

Por: L. Vega\*

1. Introducción

En Surinam la finalidad básica del manejo silvicultural es la conversión del bosque natural explotado sin valor actual, en otro bosque cultivado de mayor valor económico, para suplir las necesidades madereras del mercado interno y para la exportación.

En el complejo administrativo de Mapane, a partir del año 1968, las actividades silviculturales, están dirigidas a la formación de masas forestales coetáneas, mediante las plantaciones de enriquecimiento. Este método se basa en la plantación de especies lafifoliadas valiosas apropiadas para la industria de triplex y en el aprovechamiento de la regeneración natural valiosa pre-existente y de la inducida. La decisión para el uso de las plantaciones de enriquecimiento en escala práctica, se basó en la experiencia obtenida en Mapane, desde el año 1954, sobre la transformación de la selva mesofítica por medio de las plantaciones en líneas con Virola surinamensis, y sobre los resultados conseguidos en los ensayos de la regeneración natural valiosa (1).

Por diversas circunstancias, a saber: escaso conocimiento silvicultural de las especies, intensidad del despejo del dosel de copas, área preparada (envenenado), en las plantaciones de enriquecimiento se han empleado dos sistemas: 1) de 1969-1972, plantaciones de enriquecimiento con Virola surinamensis, un año después del envenenamiento de la masa forestal indeseable; 2) de 1973-1977, plantaciones de enriquecimiento con Virola surinamensis y Cedrela angustifolia en las partes bajas del terreno, y Cordia alliodora en las partes altas del terreno, 2-3 años después del envenenamiento de la masa forestal. Desde 1968, paralelo a las plantaciones de enriquecimiento en el área de Mapane, se han efectuado en forma experimental plantaciones bajo cubierta, con diferentes intensidades de apertura del dosel; y plantaciones a campo abierto basado en la deforestación mecánica y manual; con el propósito de establecer ensayos de especies, y para una eventual comparación con el enriquecimiento.

---

\* Jefe Proyecto Mapane - Servicio For.  
de Surinam

Debido a la escasa información sobre la factibilidad de las plantaciones de enriquecimiento en el trópico americano, se consideró justificado hacer en el presente trabajo una descripción detallada de la técnica silvicultural y un análisis preliminar de su factibilidad económica.

Queda entendido, que tanto el análisis como las conclusiones son tentativas y que deberán ser sometidas a una revisión periódica a medida que se consigan conocimientos adicionales.

2. Antecedentes generales

2.1 Justificación y objetivos:

La selva mesofítica, a la cual se refiere el presente trabajo, abarca el principal tipo de vegetación al sur de la llanura costanera y de la faja de sabana adyacente. Este tipo ocupa un 75% de la superficie del país, es la fuente principal para la extracción de madera de construcción para el mercado de Paramaribo y la exportación.

Las especies arboreras más importantes de este tipo de bosques, son: Dycorinia guianensis, Ocotea rubra, Coupia glabra y 12 especies de menor importancia. En conjunto estas especies comerciales ocupan una cantidad bastante módica del total de la masa forestal arbórea por encima de 35 cm. de diámetro (170-200m<sup>3</sup>/ha), el aprovechamiento es muy reducido (+10 m<sup>3</sup>/ha de madera extraída).

Para el manejo silvicultural del bosque natural explotado, el Servicio Forestal durante el período 1954-1967, desarrolló dos métodos de transformación, a saber: la plantación en líneas bajo cubierta con Virola surinamensis; y el fomento y aprovechamiento de la regeneración natural valiosa. La experiencia conseguida sobre estas dos actividades demostró que a pesar de la factibilidad técnica, por sí solos son prohibitivos económicamente: las plantaciones en línea con Virola necesitan un mantenimiento por mucho tiempo, con un costo anual bastante elevado. Las objeciones al manejo de la regeneración natural fueron el largo período de aprovechamiento (turno de 40-80 años) y la mano de obra especializada necesaria para su ejecución. Para salvar las dificultades de ambos métodos, se llegó a la decisión de combinarlas en el método de las plantaciones de enriquecimiento cuya extensión en escala práctica depende del precio de los gastos

de establecimiento y mantenimiento. Tal como se comprenderá, mediante las plantaciones de enriquecimiento se persigue, por un lado la formación de un dosel continuo de los árboles plantados a distancias fijas, con un rendimiento de 130-150 árboles por hectárea (área basal 18-25 m<sup>2</sup>/ha), con un diámetro comercial mínimo de 45 cm al final del turno (variable entre 25-40 años según la especie). Por otro lado, busca el aprovechamiento de los fustales valiosos (entre 20-40 cms de diámetro d.a.p.) de la masa natural que han quedado después de la explotación, los cuales deben ser capaces de alcanzar en un ciclo de corta de 15-20 años, el diámetro mínimo comercial explotable (X+45 cm d.a.p.). Como ventaja adicional cuenta con el establecimiento de la regeneración natural joven (principalmente de las especies de rápido crecimiento) inducida por efecto de las operaciones de despego del dosel de copas y del mantenimiento.

## 2.2 Localización:

El complejo administrativo de Mapane, está localizado en la parte norte del centro de Surinam, tiene como centro de operaciones a Kamp 8 (véase Mapa) sus actividades se concentraron en el manejo silvicultural de una porción de la selva mesofítica explotada.

## 2.3 Aspectos ecológicos:

La selva mesofítica, es el tipo de vegetación que se desarrolla sobre suelos bien húmedos, regular a bien drenados, que tienen como matriz material sedimentario del pre-cámbico; un estudio detallado sobre las características ecológicas de este tipo fue realizado por Schulz (9), quien llegó a la conclusión de que los tipos de vegetación están estrechamente relacionados con el tipo de suelo. La utilidad práctica de esta relación, radica en la tipificación de los sitios, para la plantación.

#### 2.4 Aspectos geológicos:

En el área de Mapane, se pueden distinguir 3 formaciones fisiográficas: a) la formación Armina (paisaje residual) que se originó en el pre-cámbrico, tiene como matriz el complejo baso cristalino, formado por rocas metamórficas profundamente meteorizadas (esquistos). Esta formación ocupa la mayor parte del área de Mapane, b) la formación Coesewijne, que ocurre al Nor-este del área (Mapane-Blakawatra) cuyos sedimentos fueron depositados en el terciario (paisaje "cubierto"), c) el paisaje de los ríos permanentes.

#### 2.5 Características edáficas:

El relieve varía de ondulado a quebrado, y por consiguiente influye considerablemente en el tipo de suelo. Basado en esta característica las asociaciones de suelos, de las formaciones fisiográficas, fueron agrupados según su posición topográfica en los mapas de suelos, realizado por el Departamento de Clasificación de Suelos del Ministerio de Desarrollo, a los que agregaron las características del drenaje y la textura de cada tipo de suelo en particular.

De un modo en general, los suelos de la formación Armina (residual) son de textura pesada, y éstos son profundamente meteorizados, tienen un alto contenido de gravas de cuarzo, angular y concreciones de fierro. En la parte alta de las colinas, por efecto de la denudación, aparece a pocos centímetros del suelo orgánico, una capa de concreciones de hierro (de 10-30 cm de espesor) que según el grado de compactación pueden dar lugar a áreas imperfectamente drenadas y bien drenadas; éstos descansan sobre una capa arcillosa roja con bastante muscovita. En la pendiente de las colinas, los suelos son bien drenados, pesados, profundamente meteorizados. En las partes bajas (valles, terrazas) los suelos tienen drenaje moderado a pobre con subsuelo arcilloso, de textura pesada. Para mayores detalles acerca de la geología y pedología, de las formaciones fisiográficas véase Mulders (7). Acá conviene señalar la importancia de disponer de mapas de suelos para una detallada planificación de las plantaciones.

## 2.6 Clima:

El clima está caracterizado por los siguientes datos: la precipitación pluvial anual es de 2.100 mm. La distribución de las lluvias comprende, una estación lluviosa larga de mayo a julio, y un período corto de diciembre a enero. El período seco abarca de octubre a noviembre (lluvia mensual menor de 100 mm). La distribución de las lluvias y el período seco, se usan como patrones para la programación de las actividades silviculturales: en el período lluvioso la plantación y en el período seco la preparación del terreno. La temperatura media anual es de 27°C, con poca variación en el día y anual.

## 2.7 Area plantada y especies usadas:

En el cuadro 1, se señalan los datos correspondientes al área plantada por el método de enriquecimiento entre 1969 y 1975, y también el área con las plantaciones a campo abierto.

Cuadro 1. Área plantada (en ha) en el Proyecto Mapane durante el período 1968-1975.

Tratamiento Especies	1968-69	1970	1971	1972	1973	1974	1975	Total ha.
<b>a. P. Enriquecimiento:</b>								
<i>Virola surinamensis</i>	0,8	92,0	272,0	370,0	76,0	257,1	72,1	1.155,0
<i>Cordia alliodora</i>	3,0	-	5,0	109,0	46,0	36,9	370,0	569,9
<i>Cedrela angustifolia</i>	-	1,0	77,5	14,0	-	-	-	92,5
<i>Sterculia pumilans</i>	3,5	1,0	0,0	10,0	-	-	-	20,5
<i>Qualia rosea</i>	-	-	16,0	-	-	-	-	16,0
<i>Aucomea klaniana</i>	-	1,0	1,0	-	-	-	-	2,0
(Especies experim. di- versas 1)	4,5	-	3,5	3,0	-	4,6	-	15,0
<b>Subtotal (Ha.)</b>	<b>19,0</b>	<b>95,0</b>	<b>381,0</b>	<b>506,0</b>	<b>138,0</b>	<b>298,6</b>	<b>448,1</b>	<b>1.885,7</b>
<b>P. campo abierto</b>								
<b>a) deforestación manual:</b>								
<i>Cordia alliodora</i>	-	-	-	-	13,0	-	40,5	63,5
<i>Cedrela angustifolia</i>	-	-	-	-	26,0	10,8	9,0	45,8
<i>Aucomea klaniana</i>	-	-	-	-	-	-	10,0	10,0
Especies experim.	-	-	-	-	2,1	-	-	2,1
<b>b) deforestación mecánica:</b>								
<i>Pinus caribaea</i>	2,5	8,5	64,5	66,0	1,0	-	-	175,5
<i>Eucalyptus</i> (Diversa. Expe- rimental 1)	0,7	15,0	14,0	-	-	-	-	29,7
<i>Eucalyptus deglupta</i>	0,7	-	2,5	23,0	-	-	-	26,2
<i>Gmelina arborea</i>	-	3,5	2,5	-	-	-	-	6,0
<i>Virola surinamensis</i>	-	-	-	4,8	-	-	-	4,8
<i>Aucomea klaniana</i>	-	3,0	0,5	-	-	-	-	3,5
Especies exp. diver.	2,0	1,0	1,0	2,0	-	-	-	6,0
<b>Subtotal (Ha.)</b>	<b>5,0</b>	<b>30,0</b>	<b>75,0</b>	<b>95,8</b>	<b>82,1</b>	<b>13,8</b>	<b>67,8</b>	<b>378,5</b>

Como aclaración del cuadro anterior, caer las siguientes observaciones:

- 1) Entre las especies experimentales figuran: Cedrela odorata, Toona ciliata, Terminalia macrophylla, Entandophragma sp., Khaya senegalensis, Terminalia superba, Terminalia ivorensis, Terminalia amazonica, Bagassa guianensis, Cariniana pyriformis, Cordia alliodora (procedencias, Cordia spurensis, Aucomea klaeniana, Sterculia pruirens, Jacaranda copai, Eucalyptus sp. (17 especies), Pinus caribaea (procedencias), Gliricidia arborea (5 procedencias). Estas especies están siendo ensayadas en diversos niveles de ensayo.
- 2) Todas las especies corresponden ecológicamente a la zona baja tropical.
- 3) En la primera etapa, las plantaciones de enriquecimiento a escala práctica se hicieron con Virpia surinamensis (1968-1972). A partir de 1973, fue necesario modificar y ajustar el programa a otras especies, principalmente con Cordia alliodora y Cedrela angustifolia, de acuerdo con el conocimiento silvicultural ganado, sobre el crecimiento y capacidad de tolerar la competencia radicular, en las parcelas experimentales. Los que además cumplen con los requisitos de materia prima para la industria de triplex.
- 4) Las plantaciones de campo abierto con Pinus caribaea escala piloto, y los ensayos con especies latifoliadas sirven para ganar conocimiento sobre las características silviculturales, para el caso de que haya necesidad de hacer cambios en la política de plantaciones.



### 3. Método de las plantaciones de enriquecimiento

El método de plantación de enriquecimiento, del bosque mesofítico sujeta a explotación previa, consiste en los siguientes pasos:

#### A- Fase de preparación del terreno

1. Reconocimiento general y selección de áreas para la plantación.
2. Subdivisión del área
3. Selección y marcado de árboles valiosos.
4. Refinamiento

#### B- Fase de plantación

5. Apertura de picas
6. Estratificación de los sitios de plantación para selección de especies
7. Apertura de hoyos
8. Plantación
9. Replanteo

#### C- Fase de mantenimiento y mejoramiento

10. Limpiezas
11. Liberación por lo alto (re-envenenamiento)
12. Liberación lateral (envenenamiento)
13. Mejoramiento: podas, cortas intermedias.

#### 3.1 Fase de preparación del terreno

##### 3.1.1 Reconocimiento y selección de áreas para la plantación.

Las áreas para la plantación manual se seleccionan inicialmente en la oficina sobre la base de los mapas detallados (escala: 1:20.000) de suelos-vegetación.

En el reconocimiento preliminar del terreno, se determina la factibilidad del terreno para la plantación, la factibilidad para la construcción de los caminos principales y posibles obras técnicas: (puentes), muelles, etc. y la localización de las áreas no apropiadas para plantación (sitios permanentemente inundados, suelos impedidos por algún factor limitante: sitios encharchados o con drenaje

pobre en el fondo de las colinas por presencia de laterita endurecida, suelos arcillosos muy lixiviados, etc.).

### 3.1.2 Subdivisión del área en unidades de manejo

Los compartimentos de manejo están delimitados por ríos, caminos principales; según el área a plantar disponible éstos se subdividen en secciones con superficie variable de: 100, 200 hasta 400 ha, delimitados también por accidentes naturales o artificiales. Para facilitar los trabajos de plantación, mantenimiento, cada sección se divide en rodales de 12,5 ha. de 5000 m de largo (N-S) y 250 m. de ancho (E-W). La apertura de los linderos de cada rodal se hace con tractores (D7, D9) los que se usan como caminos permanentes para el abastecimiento de materiales (arboricidas, material de plantación) y control de las operaciones. Por experiencia práctica se ha encontrado hacer una subdivisión temporal de los rodales en unidades de 2.5 ha, para lo cual se establecen picas de control a intervalos de 100 m con orientación E.W. esta demarcación facilita el control detallado de las operaciones a saber: a) levantamiento y preparación de mapas detallados del área (mapas de progreso del envenenamiento de la plantación y del mantenimiento; b) permite obtener un control de los costos de preparación, plantación y mantenimiento; c) mantener las estadísticas del número de árboles seleccionados, y de la mortalidad de éstos. En el cuadro 2 se señalan los costos (en jornadas de trabajo) consiguientes en el período 1969-1975.

### 3.1.3 Selección y marcaje de árboles deseables

Tiene por finalidad seleccionar una cantidad determinada por hectárea de los fustales "promiseros" de la regeneración natural valiosa entre  $\pm$  20 cm y 40 cm de diámetro d.a.a. independiente de las especies y el sitio; también en esta operación se seleccionan los árboles semilleros. La selección se hace con el propósito de contar con una reserva maderable comercial que pueda cosecharse en ciclos de corta, por ejemplo de: 15-20-15 años, según la capacidad del crecimiento para alcanzar el diámetro mínimo de explotación (45 cm de diámetro) entre de los objetivos de la selección es facilitar los trabajos de enve-

nenamiento de la masa forestal sin valor actual, debido a que esta actividad se emplea a obreros que tienen muy poco conocimiento sobre las especies valiosas. Por último, controlar la mortalidad de los árboles seleccionados por efecto del envenenamiento y otros daños físicos. La selección consiste en el marcado sistemático con pintura roja de todos los árboles valiosos con buena forma y buen tamaño del fuste. Se eligen los árboles jóvenes deseables de las especies con valor comercial actual, que han quedado en pie después de las explotaciones, descartándose todo árbol valioso de mala forma, o con defectos (huecos). La selección se efectúa con obreros bien entrenados en el conocimiento de las especies valiosas; esta es una operación previa del trabajo de envenenamiento. El control del número de árboles marcados se efectúa sistemáticamente en unidades de 2.5 hectáreas. En promedio para este tipo de bosque, se seleccionan 33.9 árboles en pie por ha entre 20-40 cm de diámetro (3,9 m<sup>2</sup>/ha de área basal).

#### 3.1.4 Refinamiento

El refinamiento se refiere al primer envenenamiento de todos los árboles indeseables (sin valor comercial), incluyéndose los individuos de las especies comerciales (defectuosos, sinuosos), es aplicado sobre toda la superficie para eliminar los árboles por encima de 20 cm de diámetro d.a.p. El refinamiento tiene por finalidad de regular las condiciones de luz del piso inferior para estimular el crecimiento de los árboles plantados; a su vez favorecer el desarrollo de la regeneración natural pre-existente y el desarrollo de otras especies secundarias valiosas. El efecto de este primer envenenamiento es bajar la altura de la masa (aproximadamente hasta 15 m) y aclarar la cubierta boscosa para aumentar la cantidad de luz que llegue al piso inferior. En promedio, por esta operación se elimina alrededor de 155.8 árboles por hectárea (+16,8 m<sup>2</sup> de área basal por ha, diámetro prom. 36,9 d.a.p.).

### Ejecución

El primer envenenamiento se efectúa en la época seca (septiembre-octubre) de cada año. Se usa como producto químico un arboricida de contacto de aplicación basal ( $\pm 30$  cm de la superficie del suelo) que tiene como ingrediente activo 2,4,5-t (6 lbs./galón) el cual se mezcla con aceite diesel al 3.5%, y cuando la concentración del ingrediente es menor (4 lbs/galón) la mezcla se hace al 5%. Por experiencia práctica se ha encontrado que la ejecución del refinamiento, es más conveniente realizarla con equipos de 7 hombres, así:

- 4 obreros para anillar
- 2 obreros para envenenar
- 1 para transporte del arboricida y a la vez auxiliar
- 1 capataz

Con esta organización se lograron rendimientos bastante aceptables (encima de 10 ha/día) en promedio se aplica 30.1 litros de mezcla por ha; la aplicación se hace con aspersoras de mano ( $\pm 10$  litros de contenido) y el anillamiento con hachuelas.

En el cuadro 2, se señalan los rendimientos del hombre por día y veneno aplicado en el refinamiento, basado en la programación anual de las plantaciones. Cabe mencionar que el primer envenenamiento tiene una anticipación de 1-3 años a la plantación según la disponibilidad de plantas en vivero, el terreno preparado y de la especie a plantar.

Cuadro 2. Relación de los rendimientos anuales del refinamiento en el área de Mapane  
(Período: 1969 - 1974).

Año	Sección	Área ha	Días hombre		Fosterón Litros	%	Norma por Ha		Tiempo en Días
			Efectivos	Supervisión			Jor.	Veneno lit.	
1969	II/1,2	374	644	20	13.158	5	1.72	35.18	38
1970	II/2	24	35	5	477	5	1.45	19.87	4
1970	II/3	81	60	9	2.095	5	0.74	29.56	9
1970	II/4	45	68	10	1.442	5	1.51	32.03	8
1970	II/6	15.5	20	3	307	5	1.30	23.46	8
1970	II/6	108.25	65	10	2.317	5	0.60	21.95	10
1970	II/1-A	9.0	3	1	294	3.5	1.10	22.60	1
1970	II/7-A	90.75	66	10	2.271	3.5	0.72	24.95	10
1970	II/7-B	69.00	58	10	1.754	3.5	0.84	25.42	10
1971	III/3	57.25	36	6	1.897	5.5	0.63	32.4	6
1971	III/4	237.00	152	22	7.465	5.5	0.64	31.49	22
1971	III/5	299.95	178	26	9.410	3.5	0.59	31.26	20
1972	III/6	545.50	313	47	17.547	3.5	0.57	32.19	46
1974	III/7	182.21	116	23	6.697	3.5	0.63	26.40	22
TOTAL		2,174.41	1.899	202	55.540	-	13.44		177
Prom. Ha							3.89	39.12	12.3

0.32 Jor/Ha (incluye super-  
ficie)

De la realización del envenenamiento, en escala práctica, merece la atención los siguientes aspectos: las cifras parecen expresivas para denotar las ventajas del empleo de una a dos cuadrillas de 7 hombres, para efectuar el envenenamiento de 500 has, por año, en un período corto de la estación seca y que es posible el empleo de obra no especializada; la validez económica de este concepto introduce una nueva concepción en el marco tradicional del manejo de la selva tropical, sobre todo en las regiones donde hay escasez de mano de obra especializada y hay necesidad de preparar enormes extensiones anuales. Sobre la efectividad del primer envenenamiento, merece anotarse que los primeros efectos son visibles desde los 3 meses en adelante, según la sensibilidad de las especies al veneno y la efectividad del trabajo; al final de primer año después del envenenamiento comienza la caída de los árboles. La variabilidad de la cantidad promedio de mezcla empleada obedece mayormente a la densidad y tamaño de la masa forestal a envenenar. Los costos anteriores no incluyen los costos de supervisión técnica, campamentos, transporte del personal y los costos variables del diesel y el estereón. El precio actual del "estereón" es S.F. 11,80/litro (1 U.S. dolar=S.F. 1,80) y el diesel SF: 36,8 centavos/litro; por consiguiente la mezcla de 3.5% equivale a SF 0,78 centavos/litro.

### 3.2 Apertura de picas

Se abren las picas de plantación de aproximadamente 1 1/2 m ancho con orientación E-C, y una longitud de 250 m el intervalo entre las picas es de 10 m. La apertura se practica con una anticipación de 2-3 meses a la plantación. Esta operación se efectúa a machete e implica la corta de la maleza baja, lianas, palmas, arbolitos pequeños de menos de 5cm. de diámetro. Con relación al período de anticipación del envenenamiento cabe señalar, que la apertura de las picas se facilita cuando el envenenamiento tiene menor tiempo de anticipación ( $\pm$  1 año); en cambio a medida que aumenta el número de años de anticipación (2,3 años), la operación es más difícil, debido al ingreso de maleza secundaria y al crecimiento de la regeneración existente, lo que aumenta el costo corto de establecimiento por ha.

De nuevo cabe señalar acá, la conveniencia de un equipo de 6-8 hombres de los cuales se necesita un obrero especializado en el manejo de la brújula, un medidor de las distancias y 4-5 cortadores.

### 3.2.1 Reconocimiento detallado del terreno.

Esta es una operación necesaria para fijar y delimitar los tipos de suelo según la topografía. La apertura de las picas con 10 m. de intervalo facilita el levantamiento detallado del terreno, y la preparación de mapas (en escala 1:5000) que se usa para la estratificación de las especies en los sitios.

### 3.2.2 Apertura de hoyos

La apertura de hoyos, se hace con una anticipación de 1-2 semanas a la plantación. Cuando estas se preparan con mucho tiempo de separación, estas pueden ser dañadas por la lluvia sobre todo en las partes bajas del terreno. Por cada grupo de plantación se abren 3 hoyos (+30 cm de profundidad) distanciados a 1m en forma de triángulo. Se usa un espaciamiento de 5 m entre los grupos de plantación dentro las líneas. Los rendimientos de la mano de obra son muy variables según el tipo de suelo, y la especie a plantar. En promedio para Virola se usan hoyos más grandes (30x35 cm) el rendimiento es de 400 hoyos/ha. a un costo de SF. 0,00 por unidad y para Cordia, en la que se usan stumps (raíces cortas) su rendimiento es de 600/jornada a un precio de SF. 0,20 cents/unidad.

### 3.2.3 Plantación

La labor de plantación incluye la distribución y la plantación de los plántones. Se usan plántones deshojados (striplings) para Virola (+0.75 - 10 m de altura); stumps para Cordia alliodora y plántones en envases pequeños (5 cm x 15 cm) de fieltro asfáltico para Cedrela. En promedio el rendimiento es de 500 árboles por jornada para Virola, 600 plántones para Cordia, y 400 plántones para Cedrela (el transporte de envases necesita mano de obra adicional). El costo de producción de los plántones por especie es muy variable, fluctúa de SF. 0,10 para Virola, a SF. 0,31 para Cordia, y SF. 0.15 para Cedrela. Estos costos no incluyen los costos de adminis-

tración y varían de año en año. La programación de la plantación se realiza para los dos períodos lluviosos: uno corto, de diciembre-enero; y para el período prolongado, de mayo-junio. En el caso de Virula, se tiene la precaución de que el suelo quede bien húmedo previa a la plantación y luego después debe recibir bastantes días lluviosos (+30 días) para evitar una mortalidad excesiva. La plantación de Cordia es independiente del período lluvioso.

### 3.2.3 Replante

Esta es una operación necesaria para las plantaciones de enriquecimiento debido a que en la mortalidad concurren los siguientes factores: a) defectos técnicos de la plantación, b) caída de las ramas secas de los árboles envenenados y de los árboles muertos, c) las variaciones climáticas principalmente la distribución de las lluvias que definen la prolongación o disminuyen los períodos secos. El replante sistemático de los grupos se hace + 1 año después de la plantación; cuando la plantación tiene mayor edad (2-3 años) el replante se basa en el tamaño de las especies plantadas, de la ocupación de la regeneración natural; en este último caso sólo se estima justificado el replante cuando la mortalidad de los plantones es superior al 20%.

Por lo general, el replante se efectúa en el período lluvioso corto (diciembre-enero) porque de esta manera se puede concentrar la plantación al período prolongado. En razón de que los costos de establecimiento de las plantaciones son muy variables de un año para otro, y considerando la fuerte dependencia de este sistema del trabajo humano, en el cuadro 3 se señalan los costos en días hombre de cada una de las actividades descritas anteriormente, tomando en conjunto los 8 años de experiencia (1968-1975) en la transformación de la selva mesofítica. Es importante mencionar que el mayor volumen de trabajo en los últimos años se basa en el esfuerzo humano de personal no asalariado (contratistas) con los cuales es posible obtener incrementos de significación en su rendimiento, y así reducir el costo por unidad de trabajo.



Cuadro 3. Costo del establecimiento de la plantación de enriquecimiento/ha/año  
(Período 1968-1978)

Actividad	Jornadas promedio por hectárea por año								Norma prom.
	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	
1) Reconocimiento y selección de áreas	1.1	1.1	1.1	-	3.4	1.8	-	-	1.7
2) Subdivisión de áreas	0.2	1.2	4.9	0.9	4.4	3.9	-	2.3	2.4
3) Apertura y fijación de linderos	-	-	1.9	-	1.2	-	-	-	-
4) Selección de árboles valiosos	0.5	0.9	0.6	0.5	0.5	0.6	0.6	-	0.6
5) Refinamiento	-	1.7	0.7	0.6	0.7	-	0.7	-	0.9
6) Apertura de picas	2.5	2.6	2.8	2.9	2.1	2.5	2.2	1.5	2.3
7) Re-envenenamiento	-	-	-	-	-	-	0.9	0.9	0.9
8) Preparación de grupos	1.5	1.6	1.6	1.5	-	-	-	-	-
9) Preparación de hoyos	2.2	2.3	2.6	1.2	1.7	2.7	1.4	1.4	1.9
10) Plantación	4.0	2.3	2.2	1.5	1.5	2.7	2.0	1.3	1.9
11) Replanteo	1.7	1.4	2.0	1.5	1.1	2.3	4.0	1.5	1.9
12) Levantamiento de sitios	-	0.4	0.3	0.2	0.2	0.1	-	0.3	0.3
13) Trabajos diversos	-	-	0.8	-	0.9	1.1	-	1.3	1.0
	14.4	15.7	20.9	10.9	18.3	17.7	11.3	10.6	15.8

Tomando en conjunto los 8 años de experiencia, el costo promedio de establecimiento en jornadas de trabajo es de 15,8 hd/ha., para el período de transformación. Esta cifra es 4,0% inferior que el promedio dado en la planificación quinquenal de 1968-1972 (16,5 jornadas) y 17,3% inferior al promedio dado para 1973-1977 (18,1 jornadas).

Juzgando individualmente los 8 años, la respuesta es muy variable de un año a otro, como también de una actividad a otra sobre todo para las operaciones de preparación del terreno que deben realizarse con una anticipación de 1-2 años. En términos relativos, el costo por hectárea en algunos años (71-74) llegan a ser 70% más eficientes, y otros son ligeramente elevados que el promedio calculado.

Por otro lado, en los planes anuales hubo necesidad de hacer modificaciones de las operaciones ya sea anulando las prácticas que son innecesarias como la preparación de los grupos para la plantación, o introduciendo otras como el segundo envenenamiento, que inicialmente estaba incluido en el mantenimiento, esto con el propósito de facilitar el empleo de mano de obra no especializada.

### 3.3. Fase del mantenimiento y mejoramiento

Esta es la fase más delicada para el éxito de las plantaciones de enriquecimiento donde el silvicultor vuelca todo su conocimiento para manipular la masa forestal, compuesta por un lado por la especie plantada, y por otro con la regeneración natural, con relación a los factores bio-ecológicos principalmente el grado de iluminación y el sitio. Todo esto dentro de un marco económico que no pase de ciertos límites aceptables; es decir, el debe planificar las operaciones de mantenimiento y mejoramiento a base de una intensidad promedio en un tiempo predeterminado, que permita juzgar la bondad o inconveniencia de un cultivo o de un sistema. No debe olvidarse que la incorrecta aplicación (o uso) de los factores ecológicos (luz, sitio); silviculturales (especies usadas) y económicas, han ocasionado muchos fracasos (5, 10) y como consecuencia ha traído mala popularidad a esta técnica. El propósito de las operaciones de mantenimiento es concentrar sus actividades, lo más posible a períodos cortos de la etapa inicial (5-8 años) hasta en que los árboles establecidos puedan defendirse de la competencia por sí mismos con ayuda mínima. La importancia de este concepto se aprecia cuando se tiene que realizar anualmente un nuevo cupo de plantación, y por otro cuando se tiene que mantener lo realizado en años anteriores.

Los principales trabajos de mantenimiento comprenden las siguientes operaciones:

### 3.3.1 Dosificación de la luz (liberación por lo alto)

En virtud de que la luz está en relación directa con el crecimiento de las plantas, es claramente comprensible que una correcta manipulación de este factor en las plantaciones bajo cubierta influye enormemente en la intensidad de los trabajos de mantenimiento. Para comprender este concepto, vale la pena recordar que a una máxima iluminación corresponden los máximos crecimientos, principalmente cuando se trata de especies heliófitas; pero una iluminación brusca y completa de la masa original trae consigo daños mecánicos por caída de los árboles muertos y la invasión de una vegetación pionera más agresiva principalmente de trepadoras. Esta dificultad, sólo puede conseguirse mediante la regulación gradual de la luz en la manera más favorable para los árboles plantados y los deseables.

La dosificación gradual de la luz, se obtiene por sucesivos envenenamientos de los impedimentos de determinado tamaño a lo largo de las líneas plantadas, y aproximadamente en un ancho de 3 m. En la práctica se aprovecha la correlación existente entre la altura de los árboles y el diámetro; de esta manera en el 2º envenenamiento se eliminan todos los árboles por encima de 5 cm. de diámetro d.a.p. Esta operación tiene el efecto de disminuir la altura del dosel hasta una altura de más de 5m. de la superficie del suelo. Con esta operación se reduce el área basal existente de la masa forestal indeseable en  $3.5 \text{ m}^2/\text{ha}$ . Por lo general, es necesario un tercer envenenamiento para eliminar los árboles sobrevivientes o resistentes a las anteriores aplicaciones y luego para ensanchar las picas, esta nueva operación reduce el área basal en otros  $2.5 \text{ m}^2/\text{ha}$ , y permite obtener aproximadamente una intensidad de luz de 75-85% con relación a la intensidad del 100% de campo abierto (máxima intensidad a mediodía). En el área de Mapane, se han realizado mediciones de la intensidad de luz en diferentes ambientes por diversos investigadores (6,8,9,12). Tomando en cuenta, los resultados de estos trabajos, empíricamente se señalan las siguientes intensidades de luz, como norma de dosificación:

25% bosque virgen

25-60% efecto del primer envenenamiento

61-85% efecto del 2º y 3º envenenamiento

La intensidad de luz por encima del 80% se considera ideal para el crecimiento de las especies, pues bajo el ambiente húmedo y la sombra parcial de las paredes laterales permite un fuerte alargamiento de los tallos (ahilamiento); principalmente en Cedrela, Cordia y Aucomea y una respuesta menor de Virola. El lapso de tiempo entre uno y otro envenenamiento es de un año; cabe señalar que para las especies heliófitas como Cordia y Cedrela el 2º envenenamiento no debe postergarse más de 6 meses después de la plantación, de lo contrario hay elevada mortalidad. El envenenamiento se hace con una mezcla de 2,4,5-T en aceite diesel al 3%. En promedio se aplica en el 2º envenenamiento 30 litros/ha y 25 litros/ha de mezcla en el 3º envenenamiento.

### 3.3.2 Liberación lateral

Consiste en el envenenamiento de la vegetación pionera indeseable (latizos por encima de 5 cm de diámetro) que se desarrolló profusamente, por efecto de la mayor iluminación, en los costados de las fajas y de la corta con machete de la vegetación menor con el propósito de formar las paredes laterales en forma de "V". Mediante la liberación lateral, según los casos, se va bajando paulatinamente la altura de las paredes laterales a partir de los 3-4 años, el cual depende de la rapidez de crecimiento de las especies plantadas, y del establecimiento de la regeneración natural. Las paredes laterales, en un comienzo funcionan como "estimuladores" del crecimiento en altura de las plantas establecidas y también evitan la formación de ramas laterales. La frecuencia de las liberaciones depende del crecimiento de la especie plantada, del tipo de vegetación secundaria y de la invasión de bejucos. Esta varía de 2-3 veces en los primeros 4 años, después de la plantación; para luego disminuir gradualmente hasta el momento en que los árboles puedan defenderse con ayuda mínima (más de 8 años). En el envenenamiento se usa una mezcla de 2,4,5-T en aceite diesel al 2.5% de 15 a 18 litros/ha,

según el tipo de vegetación (Véase cuadro 4).

### 3.3.3 Limpiezas

La limpieza consiste en la eliminación con machete de la baja que compite con los plántones. Son particularmente necesarios en el primer año de la plantación y también se usa para, facilitar los trabajos de envenenamiento y por consiguiente obtener un mayor rendimiento de esta actividad.

### 3.3.4 Trabajos de mejoramiento

#### 3.3.4.1 Podas

Esta operación se usa particularmente en el caso de los árboles de Cedrela, los que por efecto del ataque de Hypsipyla tienden a formar muchas ramas laterales; el objeto de la poda es concentrar en un líder el crecimiento en altura. También se usa la poda, en los casos de bifurcación del tronco (horquetas) y en los que tienen una ramificación lateral muy profusa como ocurre en las especies de Terminalia amazonica y Cordia alliodora. Cabe señalar que esta práctica está limitada a las especies de alto valor comercial. La altura máxima de poda fijado es +8m.

#### 3.3.4.2 Clareo

En el sistema de enriquecimiento en grupos el primer clareo se usa para reducir el número de árboles de cada grupo una vez que los árboles han alcanzado determinada altura (más de 8 m de altura) y comienzan con la competencia por el sitio de plantación, esto depende naturalmente del crecimiento de la especie. En el clareo del grupo, se deja el árbol "promisorio" con buena forma del fuste, más o menos libres del daño de la caída de los árboles muertos. La experiencia conseguida hasta el presente, indica que el aclareo de los grupos es necesario en Cordia a los 3 años, a los 4 años en Cedrela y 6 años en Virola. Con el aclareo de los grupos, se deja en pie: 200 árboles por ha. Hasta la fecha no hay información sobre la necesidad de las cortas intermedias en edades avanzadas.

Los rodales de Cordia, con mayor edad (8 años), comenzaron a cerrar el dosel de copas a los 7 años, en los espaciamientos de 5x5 m. Basado en los datos de crecimiento anual de diámetro de Cordia alliodora, se estimó efectuar a los 10 años el primer aclareo de la masa, para llevar 130 a 150 árboles por ha a la cosecha final, naturalmente que ésta depende del potencial del sitio, el cual tiene que ser investigado en parcelas permanentes.

El cuadro 4 contiene los datos sobre los costos de mantenimiento en jornadas/ha., en el período 1968-1969. Como se observa, el costo de mantenimiento aumenta paulatinamente a medida que se agregan nuevas unidades plantadas por año, y también aparecen nuevas actividades a medida que las plantaciones avanzan en edad.

Cuadro 4. Costo en jornadas del mantenimiento y mejoramiento de las plantaciones de enriquecimiento/ha por año (Período: 1968-1975).

Actividad	Jornadas promedio/ha por año								Norma prom.
	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	
1. Limpieza de grupos	-	-	2.0	2.1	-	2.1	2.0	1.0	1.8
2. Ampliación de picas	-	1.5	1.3	1.4	1.3	1.8	1.3	1.1	1.4
3. Liberación lateral	1.7	1.3	1.4	1.3	-	1.3	1.5	1.4	1.4
4. Disifricación de la luz	2.4	2.6	2.4	2.6	2.3	2.2	1.7	0.6	2.1
lt. mezcla de veneno (3%)	(19.8)	(12.0)	(7.2)	(10.8)	(37.3)	(27.9)	(28.5)	(11.9)	(19.4)
5. Envenenamiento lateral	-	-	-	-	-	-	1.7	0.7	1.2
lt. mezcla de veneno (2.5%)	-	-	-	-	-	-	(25.5)	(10.6)	(18.2)
6. Limpiezas de caminos y picas	-	-	2.8	1.2	1.1	1.1	0.7	0.9	-
7. Podas	-	-	-	-	1.0	-	1.4	1.4	1.4
8. Raleos (+ marqueo)	-	-	-	-	1.2	-	1.8	0.6	1.2
9. Diversos 1)	-	-	2.1	2.5	2.2	1.7	1.2	1.0	1.0
	4.1	5.4	12.0	11.1	9.1	10.2	11.6	9.4	11.5

En el resumen anterior no están incluidos los costos del mantenimiento de las parcelas experimentales. En las actividades diversas están incluidos los costos de las evaluaciones anuales de las plantaciones ( $\pm 0.2$  md/ha), levantamiento de mapas, medición de picas, etc.

#### 4. Evaluación silvicultural de las plantaciones de enriquecimiento.

La experiencia de 8 años con las plantaciones de enriquecimiento de Mapané con una extensión de 1885 has. cultivadas con diferentes especies en escala práctica y otras en escala experimental (Véase cuadro 1) cuyos rendimientos (crecimiento en altura y diámetro) si bien dispares, permiten hacer una evaluación de este sistema, como base indispensable para programar y realizar nuevas extensiones del área. Así como también introducir las modi-

ficaciones (o cambios) necesarios según los lineamientos de la política forestal del país. Independiente de los resultados de la técnica de: establecimiento de las plantaciones, dosificación de la luz, mantenimiento (liberación limpiezas) y mejoramiento: los aspectos silviculturales que más interesan para el futuro de las plantaciones son:

- a) Selección de especies apropiadas.
- b) Nivel de ocupación de la plantación y de la regeneración natural
- c) Costo y rendimiento económico.

#### 4.1 Especies más apropiadas

Dada las condiciones medio ambientales especiales de la selva tropical perturbada por la explotación y los tratamientos de despegue del dosel, principalmente la invasión de una vegetación pionera más agresiva y de las trepadoras, las especies forestales de valor a ser usadas en plantaciones, deben reunir los siguientes requisitos silviculturales:

- 1) Tipo oportunista heliófita (colonizador)
- 2) Rápido crecimiento, (mínimo 1.50 m/año) principalmente en la etapa juvenil, de tal manera que los árboles establecidos puedan superar en corto tiempo el rápido desarrollo de la vegetación pionera y por otro lado permitir que el mantenimiento en la etapa juvenil sea reducida al mínimo posible.
- 3) Mantener un crecimiento constante durante el período de la rotación, tentativamente se estima en un mínimo de 25 m de altura en 25 años.
- 4) Formar una copa espesa, la cual no debe ser pequeña, de tal manera que el árbol pueda mantenerse por encima de la maleza.
- 5) Tener un buen crecimiento diametral. Para madera de chapas (tripleplex) se acepta como mínimo una troza comercial por encima de las raíces (o encima de las raíces tabulares) de 6 m con un diámetro superior de más de 35cm. Abajo la corteza en la edad de corta (el turno depende de la especie) o también más de 45 cm de diámetro por encima de las raíces tabulares (si las hay). Para madera aserrada se aceptan 45 cm de diámetro en 40-45 años.



- 6) El fuste (tronco) debe ser de buena forma, y con poda natural.
- 7) Capaz de producir semillas abundantes, aproximadamente en la mitad de su rotación (a partir de los 10 años de edad).

Tomando en cuenta los requisitos anteriores las especies usadas en las plantaciones de enriquecimiento, son calificados periódicamente para su inclusión en el desarrollo de los programas según el conocimiento que se obtenga en las parcelas de ensayo; tal como sucedió con el cambio paulatino del programa de Virola surinamensis por Cordia alliodora y en menor cuantía por Cedrela (Véase cuadro 1) un resumen del conocimiento silvicultural de las principales especies forestales, al presente son:

#### 4.1.1 Virola surinamensis

Es una especie nativa propia del bosque higrofitico (terreno pantanoso y lodazal) del plano aluvial de la costa y también de los tipos semi-higrofitico (depresiones del terreno) de los bosques del interior. Hasta el presente es la especie más importante en Surinam para la industria de contrachapeado y paneles de partículas. Por este motivo desde 1953 ha sido ensayado en diferentes sitios del país con variaciones en las técnicas de plantación, principalmente bajo cubierta (1,2,3). Basado en el conocimiento silvicultural previo, y la fijación de la meta, a partir del año 1968, se decidió extender su cultivo a una escala práctica por el método de enriquecimiento en Mapane y Coesoewijne y a campo abierto en Perica (previa deforestación del terreno). El rendimiento esperado de las plantaciones de enriquecimiento con Virola fue calculado (1) en  $\pm 150$  árboles por ha. en un turno de 40 años, con un diámetro mínimo comercial de 45 cm. El volumen esperado es de  $\pm 124 \text{ m}^3/\text{ha}$ . con un diámetro mínimo en el tope de 30 cm. (1,2,3).

Las plantaciones existentes en el área de Mapane ocupan los suelos más fértiles que se encuentran en las depresiones del terreno. Su extensión en el futuro próximo está limitada por los siguientes factores:

- a. Tiene crecimiento lento en la etapa juvenil, esta fluctúa entre 0,8 m/año en suelos temporalmente inundados y 1.20 m/año en la

- b. Es muy difícil de plantar, para tal efecto se necesita un suelo bien húmedo, el que depende de la distribución y cantidad de lluvia caída en las 2 estaciones lluviosas del año.
- c. En el primer año después de la plantación hay elevada mortalidad (más de 25%) debido a varios factores: si se usan plantas pequeñas (alrededor de 0.70 m de altura) los venados dañan el brote terminal, o la planta tarda en establecerse. Cuando se usan plántones grandes (más de 1 m de altura), las partes terminales frecuentemente se secan y la recuperación es más lenta.
- d. Debido al crecimiento lento inicial, se necesita mantenimiento intenso en los primeros años (2, 3 veces por año hasta los 4 años de edad).
- e. Por ser exigente al tipo de suelo, la preparación anual de nuevas áreas, trae problemas en el uso de los sitios de mediana productividad, los cuales hay que destinar a las especies menos exigentes.
- f. Debido a que la plantación necesita obreros entrenados, esta actividad se hace año tras año más costosa, debido a los bajos rendimientos físicos.

Sin embargo, un balance definitivo del porvenir de Virola depende del análisis de los gastos de producción y el valor del producto resultante.

#### 4.1.2 Cordia alliodora

Es una especie exótica en Surinam, fue introducida en 1967 con semillas procedentes de Costa Rica. A partir del año 1968 fue ensayado en el área de Marane en diferentes ambientes, tipos de suelo y espaciamientos. Es una de las especies más prometedoras entre las especies exóticas, para las plantaciones bajo cubierta, además el conocimiento silvicultural de esta especie es muy amplio en el trópico americano (4), debido al alto valor de la madera para diversos usos, entre ellos para el contrachapado. Esta especie cubió rápidamente de la escala de ensayos, a la plantación en escala práctica aparte del valor de la madera, por las siguientes razones:

- a) Es una especie heliófita del bosque secundario
- b) Tiene un crecimiento inicial sumamente rápido (de 2-3 m de altura)

- c) Posee tronco recto sin nudos y poda natural
- c) A partir de los 5 años produce anualmente semillas de buena calidad, lo que hace factible su regeneración natural a lo largo de las picas y en los claros abiertos (es colonizadora).
- d) La técnica de vivero no presenta problemas y la plantación se facilita enormemente con el uso de stumps (menor costo) por otra parte responde muy bien a la dosificación de la luz.
- e) Los plántones dañados por la caída de las ramas muertas, se recuperan rápidamente y por lo tanto la mortalidad es baja.
- f) El rendimiento estimado es de 130-150 árboles por hectárea con un volumen neto de 1,50-1,80 m<sup>3</sup>/árbol en un turno de 25 años para alcanzar un diámetro mínimo de 15 cm.

El rendimiento esperado es de 7,3 a 9,0 m<sup>3</sup>/ha/año y de 9,3 a 10,8 m<sup>3</sup>/ha/año respectivamente según la calidad del sitio.

#### 4.1.3 Cedrela angustifolia

Es otra especie valiosa prometedora para la extensión de las plantaciones de enriquecimiento. El valor de su madera se cotiza actualmente entre SF. 30- SF. 40 por m<sup>3</sup> en pie lo cual justifica suficientemente su cultivo. La mayor dificultad de la plantación en la etapa inicial es el ataque de Hymenopyla en los brotes terminales que afectan al crecimiento en altura. Sin embargo, esta dificultad puede ser fácilmente superada con ayuda de podas, de tiempo en tiempo, según la intensidad de los ataques. Sobre este problema y el rendimiento esperado véase Vega (11)... Otras limitaciones para la extensión de las plantaciones son:

1. Necesitan suelos fértiles, y bien húmedos que se encuentran en las depresiones del terreno, los que están destinados a Virola.
2. Hay elevada mortalidad en la etapa inicial debido al daño producido por la caída de ramas. Son particularmente sensibles a la luz, de tal modo que la sombra de los árboles resistentes al veneno (o un envenenamiento deficiente) afectan negativamente el desarrollo y la sobrevivencia.
3. Las plantas son muy sensibles a la competencia de la maleza, por lo cual necesitan mantenimientos frecuentes.

Centro Interamericano de Investigaciones Forestales

#### 4.2 Nivel de ocupación

Tal como se indicó anteriormente, el rendimiento de las plantaciones depende del potencial del sitio. Este factor en términos del área basal para la selva mesofítica de Napane fue calculado en 31,9 m<sup>2</sup>/ha. (Véase cuadro 5). En la transformación de la selva natural por las plantaciones el problema reside en disminuir el área basal no comercial (por medio de los envenenamientos) y aumentar el área basal comercial basada en las especies plantadas y la regeneración natural para alcanzar la meta de productividad señalada. Para comprender la meta del potencial de ocupación en el cuadro 5 y la figura 1 se ofrecen los resultados de las evaluaciones sobre la transformación del área basal por ha de la selva mesofítica explotada por medio de los sucesivos envenenamientos de los árboles no valiosos y el desarrollo inicial de este parámetro en la masa valiosa por efecto indirecto de los mantenimientos de las especies introducidas por plantación. Los levantamientos, se efectúan periódicamente en parcelas con tamaño de 0.10 de ha subdividida en 10 subparcelas de 10 x 10 m. En total se controlan 10 hectáreas repartidas al azar (en el bloque II/1) en una superficie de 200 hectáreas.

\* En el cuadro 5 se acompañan los datos del área basal por hectárea de una porción de la selva virgen (no explotada) de los alrededores de Kamp. 8. Este valor es ligeramente inferior al valor dado del área basal (m<sup>2</sup>/ha) en el bosque natural explotado tomando un conjunto de las especies valiosas (29,14 m<sup>2</sup>/ha), es ligeramente inferior que el bosque primario presumible debido a una explotación muy ligera. En consecuencia fueron necesarios sucesivos envenenamientos (durante un período de 4-5 años) para eliminar el área basal impediendo (con o sin valor) y asimismo para estimular este valor en los árboles seleccionados y en la regeneración inducida por efecto de las liberaciones.

En cuanto al desarrollo del área basal de la regeneración valiosa, se nota que hay un aumento notable por efecto de las liberaciones una vez que el piso superior ha sido considerablemente eliminado.

Cuadro 5. Transformación del área basal por ha. de la masa forestal no valiosa en plantaciones de enriquecimiento (bloque I-Mapane)

Area basal m <sup>2</sup> /ha	CLASES DIAMETRICAS (cm)											Total m <sup>2</sup> /ha
	0,3	5,0	10	15	20	25	30	35	40	45	50	
A. Bosque virgen (Kamp 8)	0,03	2,05	2,38	3,56	4,61	2,25	2,15	3,31	3,97	3,37	4,25	31,9
B. <u>Disminución:</u>												
Bosque explotado:												
Esp. valiosas		0,33	0,51	0,68	0,99	0,82	1,14	0,73	1,05	1,38	2,85	10,4
No valiosas		1,08	1,50	1,50	1,55	1,50	1,36	1,08	1,13	1,49	6,47	18,6
B <sub>1</sub> Selección de valiosas 1969					0,42	0,32	0,13	0,33	0,21	0,71	0,42	2,6
B <sub>2</sub> Refinamiento 20 cm (1969)					1,55	1,65	1,46	1,08	1,35	1,53	4,63	13,2
B <sub>3</sub> Envenenamiento 5 cm (1970)		0,28	0,29	0,62	0,57	0,17	0,26	0,40	0,42	0,53	2,27	5,8
B <sub>4</sub> Envenenamiento 5 cm (1971)		0,65	1,02	0,81	-	0,29	0,60	-	0,20	-	1,24	4,8
B <sub>5</sub> Envenenamiento la- teral (74-75)												+2,6
C. <u>Aumento</u>												
P+1 (1971)		0,04	0,17	0,23	0,20	0,35	0,31	0,32	0,35	0,82		2,7
P+3 (1974)	0,07	0,62	0,44	0,43	0,32	0,06	0,08	0,22	0,28	0,71		3,2
P+4 (1975)	0,05	0,81	0,65	0,55	0,36	0,12	0,17	0,33	0,71	1,24		4,9

P+1; P+3; P+4 = Tiempo en años después de la plantación.

En conjunto durante los dos últimos años se estima un crecimiento de  $1.76 \text{ m}^2/\text{ha}$  por año. Este crecimiento es mayor en las clases diamétricas superiores por encima de 25 cm de diámetro d.a.p. y en las clases diamétricas inferiores (menos de 15 cm de diámetro). Las fluctuaciones del área basal de un año para otro se debe a la mortalidad ocasionada por la caída de los árboles envenenados o al daño físico que afecta el crecimiento. Para fijar el límite superior en este parámetro se presentan dos problemas a lograr: 1) el aprovechamiento del área basal de la masa forestal de 20-45 cm de diámetro, cuyo incremento anual se estima empíricamente en  $0,73 \text{ m}^2/\text{año}$ . El tiempo de pasaje de 120 cm de diámetro a 45 cm d.a.p según los datos de crecimiento, de las parcelas con regeneración natural, es de 30 años ( $0,65 - 1,05 \text{ cm}$  de diámetro por año). Por consiguiente, al final de un ciclo de corta de 25 años, se tendría un área basal de  $21,9 \text{ m}^2/\text{ha}$  como nivel máximo, dejando un escaso margen para las plantaciones que por otra lado estarían sometidas a intensa competencia (espacio de raíces y de copas), principalmente cuando se trata de especies de crecimiento lento como Virola; 2) la otra posibilidad, es la eliminación por envenenamiento de los árboles valiosos por encima de 40 cm de diámetro, principalmente de aquellos que presentan defectos internos en la madera (huecos, podridos y otros defectos) y concentrar el potencial del sitio mayormente en las especies introducidas por plantación y de crecimiento rápido, que en un período de corta de 25-30 años puedan alcanzar la masa natural joven. A este respecto existen los siguientes ejemplos concretos:

7 a. parcelas de plantaciones de enriquecimiento con Cordia alliodora (parcela I/10-E, plantación mayo 1960), donde se eliminó la masa forestal valiosa por encima de 40 cm de diámetro y los sin valor por encima de 5 cm de diámetro. El área basal estimada para Cordia a los 6 años con un espaciamento de  $10 \times 5 \text{ m}$  fue de  $0,90 \text{ m}^2/\text{ha}$  (incremento medio anual  $0,65 \text{ m}^2/\text{ha}$  por año), y de  $3,92 \text{ m}^2/\text{ha}$  para la regeneración natural valiosa de 5 cm - 40 cm de diámetro ( $2,90 \text{ m}^2/\text{ha}$  por encima de 20 cm de diámetro). Para esta especie el turno (en años) para alcanzar 45 cm de diámetro se estima en 25 años (con un incre-

mento medio anual de 1,82 cm del diámetro). El número de árboles necesarios para llegar a esta capacidad se estima en 130 pies por ha más aproximadamente 20 árboles de la regeneración natural, que alcanzarán para este período el tamaño comercial (Véase gráfica 2).

b. parcelas de plantaciones de enriquecimiento con Cordia alliodora (parcela I/10-D plantación mayo 1968) con un espaciamiento de 5x5

La masa forestal natural valiosa por encima de 20 cm, fue eliminada por sucesivos envenenamientos, asimismo las especies sin valor por encima de 3 cm de diámetro. Tal como se nota, en este caso se trata casi exclusivamente de una plantación pura de Cordia, a ser conducida como masa valiosa en un turno de 20 años (para alcanzar el tamaño comercial de 45 cm de diámetro), dejando la regeneración natural joven

para una segunda cosecha después de la explotación de Cordia. El área basal para Cordia (edad 7 años) se calculó en  $10.2 \text{ m}^2/\text{ha}$ , que para la edad del turno alcanzará (descontando la edad actual)  $1.45 (\text{ m}^2/\text{ha/año}) \times 13-18.85 \text{ m}^2/\text{ha}$ , con aproximadamente 150 árboles por ha. Para determinar el número de pies valiosos de la regeneración natural compatible

con el manejo de las especies plantadas por enriquecimiento se elaboraron las gráficas 2, 3 que permiten calcular el número de árboles efectivos/ha y por clase diamétrica basada en la relación de la abundancia actual por ha. y la frecuencia de los mismos por clase diamétrica (ocupación en % de las cuadrículas de  $10 \times 10 \text{ m}$ , considerándose un árbol efectivo por cada cuadrícula).

La utilidad de estas relaciones está dada por el siguiente ejemplo: si deseamos fomentar los árboles valiosos por encima de 20 cm de diámetro; en la gráfica 2, se obtiene que para este tamaño diamétrico hay 20 árboles efectivos por ha. Los 20

individuos tienen una frecuencia del 20% (es decir, ocupan 20% del total de parcelas de  $10 \times 10$  que llegarán a la cosecha). El rendimiento actual, calculado para la masa de 20 árboles fue  $34.6 \text{ m}^3/\text{ha}$ , de los cuales  $23.3 \text{ m}^3/\text{ha}$  corresponde a las especies comerciales con mercado fijo actual, un cálculo económico de la rentabilidad de estos 20 fustales valiosos, por el momento sería puramente teórico, porque aún no se tiene suficiente información sobre la mortalidad y el crecimiento por clase diamétrica. La parte más importante sobre la factibilidad de las plantaciones de enriquecimiento radica en que el manejo de la regenera-

ción natural es técnicamente posible con las plantas introducidas, en un sistema policíclico (dos turnos) con especies de lento a mediano crecimiento (Virola, Aucomea); con mayores costos por el aumento de los costos de mantenimiento y un turno largo (más de 40 años) y en un sistema monocíclico o como segunda cosecha, dejando la primera cosecha para la especie plantada, con especies de rápido crecimiento como : Cordia alliodora y Cedrela, y consiguientemente con menores gastos en los mantenimientos, y en turnos cortos de 20-30 años.

#### 4.3 Elementos para la determinación de los costos de producción

Como en toda empresa, los costos forestales se refieren al total de pagos efectivos e imputados por el uso del capital, el suelo, el trabajo y la administración.

Conocida la función de producción, los costos totales de producción son el resultado de la suma de dos componentes: costos fijos notables y costos variables totales.

Para efectos de este análisis se tomaron como costos fijos: gastos de administración, transporte interno, mantenimiento de viviendas e instalaciones, producción de plantas en vivero, no se examinan el costo del capital (renta y amortización), el valor de la tierra y los gastos originados por concepto de adquisición de herramientas y maquinaria, beneficios, cuya incidencia es aproximadamente igual en todos los períodos (permanecen casi constantes). Se tomaron como costos variables a los factores que afectan el proceso productivo interno de las plantaciones, como son las labores de establecimiento de las plantaciones, mantenimiento y mejoramiento, costo de la estructura interna (construcción y mantenimiento de caminos).

##### 4.3.1 Costo de producción por hectárea (Esquema de manejo)

La razón práctica para la determinación de los costos de los factores variables reside en el conocimiento de la magnitud en que cada rubro participa, porque además de indicar en qué forma pueden rebajarse, indican cual de los sistemas es más ventajoso desde el punto de vista del cultivo. De la misma manera, la determinación



de los costos por hectárea en días-hombre cuya eficiencia depende de los rendimientos por unidad de superficie, tienen mayor validez práctica cuando ellos son transformados monetariamente.

En el cuadro 6 se presenta un esquema de manejo basado en la distribución de la mano de obra (y su equivalente monetario) y los materiales necesarios para la producción de una ha. de las plantaciones de enriquecimiento con Cordia alliodora (de crecimiento rápido). La estimación de los costos se basa en las cifras promedio de trabajo durante 8 años (cuadros 2, 3, 4) y los controles efectuados por sección (o bloque).

Cuadro 6. Esquema de manejo para una hectárea de Cordia alliodora, para turno de 25 años.

Tiempo (año)	Actividades	Costos hectárea					
		Jornales/Categoría		Precio/ha		2.4.5-T litr.	Precio/ha SF.
		I	II	I sf.	II sf.		
0	preparación + plantación	4,1	9,2	82,0	138,0	30	23,4
	limpiezas (2x)		2,2		30,0		
1	limpiezas (3x)		3,3		52,8		
	re-envenenamiento		1,7		18,7	28	21,8
	re-planteo	1,9		38,0			
2	limpiezas (3x)		3,3		52,8		
	re-envenenamiento		1,1		13,2	25	19,5
3	liberación lateral (3x)		4,2		48,0		
4	liberación lateral (2x)		2,8		32,0		
	envenenamiento lateral		0,9		12,0	20	11,2
5	liberación lateral (2x)		2,8		32,0		
6	liberación lateral (2x)						
	envenenamiento lateral		0,9		12,0	15	8,4
7	liberación lateral (2x)		2,3		32,0		
8	liberación lateral (1x)		1,4		16,0		
	corta de mejora		1,1		14,0		
9	liberación		1,4		17,0		
10	liberación		1,4		17,0		
12	liberación		1,5		18,0		
14	liberación		1,5		18,0		
	raleo	1,2		24,0			
16	liberación		1,5		18,0		
18	liberación		1,5		18,0		
20	liberación		1,5		18,0		
25	corta final						
<b>Total</b>		<b>7,2</b>	<b>50,8</b>	<b>144</b>	<b>659,5</b>	<b>118</b>	<b>84,2</b>

1 jornal categoría 1 = sf. 20,00 (obrero especializado).

1 jornal categoría 2 = precio variable por tarca (sf. 11 - sf. 16).

Desde los 10 años hasta el turno, los costos fueron extrapolados. A los costos de establecimiento y mantenimiento de plantaciones se debe agregar el costo de los caminos internos, que se estima en las siguientes cifras:

Preparación de caminos secundarios: 1,5 M.R.H. (D3) a Sf. 75=112,5  
Mantenimiento de caminos: Sf. 2,5/ha/año x 25 = 62,5

En resumen los costos variables totales por hectárea, representan:

- 1) Mano de obra (58.0 jornales productivos) = Sf. 803,50
  - 2) Máquinas (Bulldoser D8 + Tractor MF) = Sf. 175,00
  - 3) Arboricida (2,4,5-T 6 lbs/galón=118l/ha) = Sf. 84,30
- = Sf.1062,80

Los costos variables en promedio representan 53,2% del costo total de manejo/ha.

#### 4.3.2 Resumen de costos fijos por hectárea

En el cuadro 7 se presentan la distribución de los jornales fijos, cuya relación porcentual del costo anual total, se calcula en las siguientes cifras promedio:

1. Jornales productivos de manejo (administración, transporte interno, talleres, almacenes, viviendas, viveros, supervisión e imprevistos). = 29,3% del costo total del año/ha = Sf. 311,40.
2. Jornales improductivos en el bosque (descansos, enfermedades, viajes) = 6,5% del costo total del año/ha = Sf. 69,08.
3. Jornales improductivos por vacaciones, viajes días feriados, descansos en la ciudad) = 10,9% = Sf. 115,84.

Costo (variables + fijos) sin capitalizar = Sf. 1.559,12

Tal como se comprenderá, el sistema de las plantaciones de enriquecimiento depende de los siguientes elementos: a) especie de rápido crecimiento (hasta ahora muy promisorio: Cordia alliodora); b) la tierra (tipo de suelo) disponible para el desarrollo adecuado de la(s) especies según la calidad de los sitios; c) la mano de obra, este es un sistema que depende enteramente del trabajo físico cuyo costo y escasez determinan la extensión de las plantaciones, puesto que no se pueden mecanizar parte de las operaciones.

Cuadro 7. Distribución de los jornales productivos (fijos y variables) y no productivos para el manejo de las plantaciones (en porcentaje).

Código	Porcentajes-Promedios		Porcentaje 1974
	1968	1973	
<u>A. Productivos:</u>			
4. Servicios externos	2,55		0,32
1. Administración	1,42		2,48
2. Transporte interno	3,91		4,06
3. Talleres	0,54		0,84
4. Almacenes	0,81		1,02
5. Viviendas (construcción)	4,56		3,02
6. Viviendas (mantenimiento)	3,61		3,06
7. Viveros (producción)	10,62		11,92
8. Viveros (establecimiento)	1,79		-
9. Establecimiento plantaciones	18,97		17,51
10. Mantenimiento plantaciones	28,39		33,56
11. Caminos internos	2,52		2,09
12. Control y supervisión	1,81		2,63
	30,20		82,51
<u>B. No productivos en el bosque</u>			
1. Descanso sin pagar	0,11		0,02
2. Viajes (bosque/ciudad/bosque)	3,56		3,04
3. Enfermedades	0,56		0,31
4. Descansos	4,41		3,16
Subtotal	8,64		6,53
<u>C. No productivos en la ciudad</u>			
1. Trabajos ligeros (diversos)	0,77		0,54
2. Días de descanso (imprevistos)	3,82		2,95
3. Días de enfermedad	1,06		1,26
4. Vacaciones	1,14		1,42
5. Enfermedades (no pagadas)	0,11		0,07
6. Vacaciones no pagadas	2,24		1,29
7. Días de descanso (Domingos)	2,01		3,40
	11,15		10,95

- d) Del volumen de transformación de la masa forestal no valiosa, es más difícil si la explotación de la madera ha sido escasa
- e) De la disponibilidad y costo de los arboricidas, hasta la fecha el 2,4,5-T, resultó la más eficaz en comparación con otros productos químicos.

##### 5. Comparación de la productividad con otros sistemas de cultivo

La validez práctica de un sistema silvicultural, sólo es cuando se analizan comparativamente los elementos favorables y las limitaciones de otros sistemas de cultivo. Con este propósito a partir del año 1968, se han ensayado los siguientes métodos alternativos de transformación:

1. Plantaciones a campo abierto con Pinus caribaea y Eucalyptus deglupta, previa deforestación mecánica del bosque alto con bulldozers (D7 y D8).
2. Plantaciones campo abierto con Cordia alliodora, Cedrela angustifolia y Aucomma klaineana, previa deforestación manual y motosierra. En este caso, las plantaciones se orientan en dos sentidos.
  - 2.1 Plantaciones en combinación con cultivos agrícolas: banana, casava, arroz.
  - 2.2 Plantaciones con crecimiento de maleza secundaria entre las hileras de plantas.
3. Plantaciones en líneas, en bosque secundario, después de una explotación fuerte.

Una primera diferencia sobresaliente de estos sistemas con el método de enriquecimiento, es la transformación directa (a veces drástica) del suelo original, cuyo costo es la desventaja mayor, a tal punto que este valor puede ser prohibitivo, sino van acompañados con otras medidas para compensar este costo inicial. En orden de una mejor comprensión de cada modalidad de transformación, es necesario considerar brevemente cada sistema.

1. Las plantaciones a campo abierto con deforestación mecánica comprenden de las siguientes fases (independiente de la especie):
  - 1.1 Trabajos preparatorios: deforestación, epilonado de la broza leñosa, quema aradura.

1.2 Plantación: marcación de las filas de plantación, apertura de hoyos (a veces mecanizado); plantación a distancias variables (3x2,75 m y 3x3 m).

1.3 Mantenimiento, comprende las siguientes operaciones, según las circunstancias:

1.3.1 Limpiezas, éstas pueden ser: a) manuales, b) mecánica (con la cuchilla rotatoria), c) control químico, que suprime la eliminación de la maleza secundaria leñosa mediante envenenamiento manual, y el envenenamiento mecánico.

1.3.2 Trabajos de mejoramiento: raleos y podas.

2. Las plantaciones a campo abierto, con deforestación manual, comprenden:

2.1 Trabajos preparatorios: socolado de la vegetación del piso inferior (5 cm de diámetro, lianas, palmas) tumba quema (en período seco-octubre).

2.2 Plantación: marcación de las líneas de plantación con espaciamiento de 7x2 m apertura de hoyos, plantación (stumps); replanteo (en el 2º año).

2.3 Plantación entre las líneas plantadas de cultivos agrícolas; banana (con espaciamiento de 7x2), casave (2-3 hileras) o arroz de secano. En caso de que no se establezcan cultivos agrícolas, se puede dejar crecer la maleza secundaria leñosa y limpiar sólo las líneas plantadas.

2.4 Mantenimiento: limpiezas intensas durante 3 años. Raleos y podas.

3. Las plantaciones en bosque secundario, suponen la explotación intensa (por encima de 20 cm de diámetro) de todas las especies, luego hacer la plantación en líneas, 2 años más tarde. Comprende aproximadamente los mismos pasos que las plantaciones de enriquecimiento, con excepción de la dosificación de la luz (envenenamiento por lo alto) y una menor intervención del envenenamiento lateral hasta los 4 años.

A. Plantaciones de Pinus caribaea.

El mantenimiento manual está calculado hasta 12 años de edad. Los nuevos métodos de mantenimiento (combinación: mecánico - químico), calculados para las plantaciones de P. caribaea de Mahawatra fluctúa alrededor de \$f. 325,50 hasta los 12 años (incluye raleos).

B. Plantaciones con Eucalyptus deglupta:

El mantenimiento manual de una ha de E. deglupta, está calculada hasta los 5 años.

C. Plantaciones en rastrojo quemado con latifoliadas, principalmente: Cordia alliodora y Cedrela angustifolia; en combinación con cultivos agrícolas. El mantenimiento abarca las siguientes fases (hasta 5 años).

Año de plantación + 1 = limpiezas (3x)=135

Plantación + 1 = limpiezas (3x)=135

Plantación + 3 = limpiezas (2x)=100

Plantación + 4 = limpiezas (2x)=100

Plantación + 5 = limpiezas (2x)=100

D. Plantaciones en rastrojo quemado con latifoliadas valiosas (Cordia, Cedrela) sin cultivos agrícolas. En este caso el mantenimiento se realiza a lo largo de las hileras con orientación E-W dejando crecer la maleza entre las hileras (similar en las plantaciones en líneas en bosque secundario) hasta 5 años de edad.

E. Plantaciones en bosque secundario con latifoliadas (Cordia, Cedrela, Aucomba, Bagassa). El mantenimiento está calculado hasta los 5 años.

En los valores calculados para los diferentes sistemas del cuadro anterior, es necesario agregar los gastos fijos, aproximadamente un 40% de los costos variables.

Tal como se comprueba, los costos de los diferentes sistemas son sumamente variables: ellos son particularmente elevados en los casos de la deforestación inicial; o suponen un aprovechamiento intensivo del suelo original.

BIBLIOGRAFIA

1. BOSVERJONGING, Bosverjonging 1968 t/m 1972. Dienst Lands Bosbeheer 1968.
2. HEINEN, A. De teelt van baboen in Suriname. Dienst Lands Bosbeheer Suriname. 1974. 93 p. (Mimeografiado).
3. ILACO. Plan voor bosverjonging: 1973 t/m 1977. ILACO B.V., Arnhem, 1973.
4. JOHNSON, P. and MORALES, R. A review of Cordia alliodora (Ruiz & Pav.) Turrialba 22(2):210-220. 1972.
5. LAMB, A.F.A. Artificial regeneration within the humid lowland tropical forest. Committee on forest development in the tropics section Rome. 1967.
6. LEVEN, E. Van't, bepaling van de lichtintensiteit in diverse cultures. Celos. Suriname. 1974. 18 p.
7. MULDER, S. The soils on the Mapane-Blakawatra area (Surinam) and their suitability for Pinus caribaea. Dienst bodemkartering. Department van Oplouw. 1973. 69 p.
8. MEYENBELDT Van B.F.W.M. Groei en mortaliteit der waardehoutsoorten in ge-exploiteerd en natuurlijk verjongd drooglands. Celos. Suriname. 1975. 22 p.
9. SCHULZ, J.P. Ecological studies on rain forest in northern Suriname. Van EEDENFONDS, Amsterdam Netherlands. 1960. 267 p.
10. VINCENT, E. Estudio sobre la factibilidad económica de las plantaciones en líneas. Universidad de los Andes Mérida-Venezuela. 1969. 74 p. (Mimeografiado).
11. WIEPSMA, Y.F. Lichtmetingen in diverse vegetaties en boskulturen Celos. Suriname. 1970. 25 p.
12. VEGA, C.L. Influencia de la silvicultura sobre el comportamiento de Cedrela en Surinam. IFLA. Boletín (46-48):57-83. 1974.