

ESTUDIO REALIZADO PARA JAPAN OVERSEAS FORESTRY

CONSULTANTS ASSOCIATION (J.O.F.C.A.)

**LAS PLANTACIONES DE ENRIQUECIMIENTO
EN LA SELVA DENSA HUMEDA**

SINTESIS DE LOS RESULTADOS EN AFRICA Y AMERICA LATINA

FEVRIER 1989

CENTRE TECHNIQUE FORESTIER TROPICAL
Département du C.I.R.A.D.
45 bis, avenue de la Belle Gabrielle
94736 NOGENT-SUR-MARNE CEDEX
(France)

TABLA DE MATERIAS

	Página
<u>Primera parte: Africa tropical</u>	
1 - Plantaciones de enriquecimiento en la selva densa húmeda. El medio ambiente y las técnicas silvícolas experimentadas	1
11 - Generalidades - Definiciones	1
111 - Formaciones vegetales	1
112 - La noción de enriquecimiento	2
12 - Descripción de los métodos de plantación de enriquecimiento experimentados en el oeste y el centro de Africa (selva densa húmeda).....	6
121 - El método de plantación en líneas	6
122 - Método de plantación en líneas modificadas	7
123 - Método de plantación en parcelas de ensayo	8
124 - Método del sotobosque	9
125 - Selva destruida total y progresivamente por desvitalización	9
126 - Selva totalmente destruida antes de la plantación	10
13 - Ejemplos de aplicación de los métodos descritos	12
131 - Costa de Marfil	12
132 - Nigeria	15
133 - Camerún	16
134 - Congo	17
135 - Ghana	17
136 - Zaire	18
137 - Otros países: Guinea, Sierra Leona, Liberia	20
14 - Los datos obtenidos	20
141 - La luz	20
142 - Selección de las especies	22
143 - Resultados	22
15 - Conclusiones generales a propósito de los métodos de plantación de enriquecimiento utilizados	24
2 - Plantaciones de enriquecimiento en la selva seca densa	28
21 - El medio forestal y los objetivos	28
22 - El ejemplo de Casamance (Senegal)	28
221 - Método	28
222 - Primeros resultados	29
223 - Extensión del método	33

23 - Otra experimentación en Senegal	34
24 - Comentarios	36
3 - Aspecto económico de las plantaciones de enriquecimiento en el oeste de Africa	38

Segunda parte: América tropical

1 - Introducción	43
2 - Distribución geográfica y descripción de las técnicas	43
21 - Brasil	43
22 - Colombia	48
23 - Costa Rica	49
24 - Ecuador	49
25 - México	49
26 - Perú	50
27 - Puerto Rico	50
28 - Surinam	51
29 - Trinidad	52
210 - Venezuela	52
211 - Zona subtropical	53
3 - Comentarios	54
31 - Requisitos para realizar con éxito plantaciones de enriquecimiento	54
32 - Factores que ocasionan el fracaso de las plantaciones de enriquecimiento	57
4 - Coste de los métodos	58
41 - Beneficios para la producción de madera	59
42 - Beneficio para las producciones secundarias	59
5 - Investigaciones futuras	60

Tercera parte: Conclusiones generales 61

Anexos:

Anexo 1 - Lista de las especies Africa tropical
Lista de las especies América tropical

Anexo 2 - Especificaciones para las plantaciones de enriquecimiento
(DAWKINS 1966)

Comentario de la tabla de las especies utilizadas para las pruebas de enriquecimiento en América tropical

Bibliografía relativa a Africa tropical
Bibliografía relativa a América tropical

PRIMERA PARTE
AFRICA TROPICAL

1 - PLANTACIONES DE ENRIQUECIMIENTO EN LA SELVA DENSA HUMEDA

EL MEDIO AMBIENTE Y LAS TECNICAS SILVICOLAS EXPERIMENTADAS

11 - Generalidades - Definiciones

111 - Formaciones vegetales

Antes de emprender un estudio, conviene cerciorarse de que el lenguaje técnico utilizado está al alcance de todos. Por consiguiente, se debe precisar la terminología empleada o respetar un conjunto de definiciones utilizadas y conocidas por el mayor número. En el caso presente, nuestro centro de interés lo constituyen las formaciones vegetales de Africa tropical, que se repertoriaron e inventariaron con motivo de la reunión de especialistas celebrada en Yangambi (Zaire) en 1956.

A continuación describiremos brevemente las formaciones relacionadas con los trabajos de enriquecimiento emprendidos en los diferentes países del oeste y del centro de Africa, definidas en el "*Manual de Botánica Forestal*" de R. LETOUZEY (CTFT 1969). Las selvas densas son formaciones forestales cerradas, es decir que las copas de los árboles y arbustos están en contacto. La existencia de tales formaciones depende fundamentalmente del clima. Su clasificación es la siguiente:

- Selvas de altitud media y baja:

+ Selva densa húmeda

" Masa forestal cerrada con árboles y arbustos de diferente tamaño y sin gramíneas en el suelo, pero con plantas sufruticasas frecuentemente y plantas herbáceas no gramíneas de hojas anchas en contadas ocasiones".

Este tipo de selva se subdivide en:

* Selva densa húmeda perennifolia, donde la mayor parte de los árboles conserva su follaje durante todo el año (Fig. 1).

* Selva densa húmeda semicaducifolia, donde una gran parte de los árboles pierde el follaje en un período del año (Fig. 2).

+ Selva densa seca (Fig. 3)

"Masa forestal cerrada con árboles y arbustos de diferente tamaño (pero generalmente de tamaño menor que en las selvas densas húmedas). La mayor parte de los árboles de los pisos superiores pierde el follaje en un período del año (en casos excepcionales conservan el follaje todo el año: selva seca perennifolia). El sotobosque está formado por arbustos perennifolios o caducifolios y en diversos lugares del suelo se encuentran masas de gramíneas.

Estas selvas se destacan también por la calidad de su composición floral y por aspectos cuantitativos variables relativos a su potencial comercial.

Un ejemplo concreto en Costa de Marfil nos muestra que si se consideran 72 especies principales con un valor comercial interesante y especies secundarias de menor interés, se puede realizar la siguiente clasificación entre:

- una selva densa húmeda perennifolia
- una selva densa húmeda semicaducifolia
- una selva densa húmeda de transición, de tipo semicaducifolia, pero en la cual las especies aparecen con cierta frecuencia, por lo cual constituyen, en cierta forma, una zona de transición entre los dos tipos de selva anteriores.

	Selva semicaducifolia		Selva perennifolia		Selva de transición	
	Nº de tallos por hectárea	Area basal m ² /ha	Nº de tallos/ha	Area basal m ² /ha	Nº de tallos/ha	Area basal m ² /ha
Especies principales (72)	208	20,5	106	8,6	169	13,5
Especies secundarias	186	7,4	347	15,9	192	9,1
TOTAL	394	27,9	453	24,5	361	22,6

(fuente CTFT 1985)

Las formaciones vegetales descritas forman el conjunto en que se concentrarán las operaciones de enriquecimiento artificial.

Los primeros ensayos (hacia 1910) y las primeras operaciones de envergadura se llevaron a cabo principalmente en las selvas densas húmedas perennifolias, por las siguientes razones:

- en el oeste de Africa las selvas se concentran en la región costera, lo cual facilitaba el acceso al comienzo de las operaciones,
- la composición floral de estas selvas pone de relieve una menor riqueza de especies principales y, por consiguiente, un empobrecimiento más rápido tras el aprovechamiento.

112 - La noción de enriquecimiento

Al contrario de lo que podían haber supuesto los primeros ingenieros forestales cuando comenzaron a estudiar la selva tropical a comienzos del siglo XX, este tipo de selva no posee una gran densidad de especies en pie. Efectivamente, con sus 250 a 300 m³/ha, la producción de la selva tropical no es en absoluto comparable a la de los bosques productivos de las regiones templadas.

Si nos referimos exclusivamente al volumen comercializable, las cifras descienden muy rápidamente y oscilan, en promedio, entre 5 y 25 m³/ha según el grado de explotación de la selva y del interés comercial de su composición específica.

Este último ha variado considerablemente con el transcurso de los años. Así, al iniciarse las operaciones de los servicios forestales, éste se limitaba a un número relativamente reducido de especies, pese a que los servicios forestales se interesaron rápidamente por la pérdida de valor de las masas forestales y por la necesidad de encontrar una solución a este problema.

La principal preocupación consistió entonces en definir y elaborar acciones silvícolas para aumentar, o por lo menos conservar, el potencial de producción de madera de construcción de una selva natural. Por ende, el objetivo consistía en mantener, dentro del marco de una ordenación forestal, un nivel de producción constante y lo más homogéneo posible. El enriquecimiento constituía la acción salvadora de la selva, pero brindaba dos opciones fundamentales que dividían a los protagonistas de esta acción en partidarios de la regeneración natural y partidarios de la regeneración artificial.

Estas dos opciones dieron lugar a numerosas oposiciones y debates, condenados con motivo de la conferencia forestal celebrada en 1952 en Abidján, que llevaron hasta el trópico las controversias desencadenadas en Europa hacia 1930-1940. En este documento estudiaremos únicamente los métodos relativos a las plantaciones de tamaño más o menos importante y nos limitaremos a citar los diversos métodos de regeneración natural o de incremento de la dinámica de las masas naturales:

* Por lo que respecta a los métodos que recurren a la regeneración artificial en Africa tropical, se utilizaron básicamente tres técnicas a gran escala:

- la "gestión selectiva" en Ghana
- la "mejora de las masas naturales" en Costa de Marfil
- el "Tropical Shelterwood" (aclareos sucesivos tropicales) en Nigeria

Para estas tres técnicas, el control de los resultados procedentes del tratamiento de superficies de gran extensión planteó serios problemas. Efectivamente, puesto que la distribución de especies preciosas es sumamente heterogénea (sobre todo a gran escala) y las intervenciones silvícolas demasiado escalonadas en el tiempo, fue preciso aplicar tratamientos muy diversos. La dificultad que planteaba la dosificación de la luz provocó la proliferación de plantas trepadoras, de especies fotófilas sin valor, la aparición de un sotobosque herbáceo y arbustivo invasor, etc. De todas formas, la distribución de las operaciones en el tiempo y el espacio tuvo por consecuencia una gran dispersión de los esfuerzos y el abandono de esta operación desde 1966, ya que la homogeneidad de los resultados no correspondía a los medios empleados.

* Los métodos silvícolas de incremento de la dinámica de las masas forestales tienen por objeto acelerar el crecimiento de todas las especies valiosas, de cualquier tamaño, dentro de una masa forestal constituida. Por consiguiente, en estos métodos se tiene en cuenta la dinámica

de la selva en su totalidad, sin poner particular énfasis en provocar la regeneración en el suelo.

Las técnicas iniciales de "mejora de las masas de Okumé"* (*Aucoumea klaineana*) y la "uniformización por alto" fueron reemplazadas por experimentaciones que aún se están llevando a cabo actualmente.

• El primero de estos métodos se refería a las manchas o bosquetes de Okumé obtenidos mediante la siembra natural de las talas de desmonte en la selva de Gabón. Se trataba de llevar lo más rápidamente posible la densidad óptima de árboles al estado de madurez (raleos). Esta operación silvícola a gran escala favoreció sin lugar a dudas la dinámica de las masas donde el Okumé no contaba con suficiente espacio para su supervivencia o bien era dominado por otras especies, lo que ponía en peligro su desarrollo.

• La uniformización por alto se aplicó a estructuras particulares de la selva densa húmeda en superficies relativamente modestas en el actual Zaire, hacia los años 50. Su objetivo consistía en favorecer las clases medias de las especies preciosas mejor representadas, eliminando la competencia de los árboles sin valor, interviniendo simultáneamente en todos los bloques. No obstante, este tipo de operación no se siguió practicando por motivos históricos.

Los experimentos que se están llevando a cabo actualmente se han fijado los siguientes objetivos previos:

- Tener en cuenta únicamente las parcelas unitarias de gran extensión (varias hectáreas) con el mayor número posible de repeticiones en el espacio.
- Registrar en primer lugar los parámetros sencillos (diámetro, localización de los árboles, etc.).
- Disponer de los medios estadísticos de interpretación de datos (informática, etc.).
- Los tratamientos considerados se limitan al aprovechamiento de los tallos comercializables en el mercado maderero y a la eliminación por envenenamiento de las especies que no presentan ningún interés tecnológico futuro, según diversos grados de intensidad.

Así, se implantaron diversos dispositivos en Costa de Marfil y en los países del Centro de Africa (e igualmente en la Guayana y en Brasil, en Sudamérica). Además, se preve la implantación de nuevos dispositivos en el Camerún, al igual que en Kalimantan en Indonesia, en el sudeste de Asia. Los primeros resultados confirman que una simple intervención silvícola (desvitalización de los árboles de gran tamaño de las especies sin valor comercial o aprovechamiento de las especies valiosas) crea un desequilibrio favorable al crecimiento del resto de la masa forestal, principalmente, de las especies preciosas productoras de madera de construcción, lo que constituye el objetivo que se trata

* Véase en el anexo la lista de las especies que indica la equivalencia entre los nombres comerciales y los nombres científicos.

de alcanzar. La apertura de trocha provoca principalmente un incremento de la dinámica de los tallos pequeños y medianos considerablemente sometidos al fenómeno de la competencia.

En cambio, las plantaciones en la selva o "plantaciones de enriquecimiento" (que se analizan en el presente documento) deben tener por objeto la introducción de especies valiosas que constituirán finalmente la mayor parte de la producción, efectuando plantaciones en un medio forestal más o menos transformado. Llegado el caso, las especies valiosas existentes o que hayan surgido por regeneración natural aportarán un complemento de producción. No obstante, el término "enriquecimiento" se ha empleado en algunos casos en la terminología francesa para designar las plantaciones de transformación, debido a que las técnicas han evolucionado progresivamente hacia la transformación cada vez mayor del ecosistema original local, que se ha reemplazado por un medio casi artificial de vocación principalmente económica.

Podrían establecerse distinciones según el grado de transformación del medio original, que se caracteriza por su heterogeneidad y su riqueza genética, cuyo resultado extremo podría ser una masa monoespecífica regular.

Para las primeras operaciones se actuó con suma prudencia, ya que se seleccionaron exclusivamente aquellas especies (Caoba: *Khaya spp.*, Sapelli: *Entandrophragma cylindricum*, Okumé: *Aucoumea klaineana*, Iroko: *Milicia Excelsa* (sinónimo *Clorophora excelsa*) y Samba: *Triplochiton scleroxylon*) que con toda certeza podían encontrar salida en los mercados de exportación, habiéndose efectuado esta operación con la intención de "incitar y ayudar a la naturaleza para que cumpliera su cometido con mayor rapidez".

Más adelante, las intervenciones en las selvas naturales originales se intensificaron por razones comerciales (para aumentar los tipos de especies exportadas regularmente) y silvícolas (para conocer mejor el temperamento y las reacciones de las especies utilizadas).

Las técnicas de enriquecimiento por plantación pueden clasificarse según el grado de intervención y de modificación del ecosistema original. La intervención mínima, en líneas angostas muy espaciadas que no perturbaban mayormente el medio, se fue transformando en una destrucción previa y total de la selva natural, fundamentalmente con medios mecánicos.

El término "enriquecimiento", utilizado inicialmente, engloba también un sentido más destructivo e intenso ya que resulta difícil, cuando no imposible, transformar el ecosistema forestal en un sistema más productivo sin utilizar métodos que transforman el ecosistema original en un ecosistema totalmente nuevo. En tal caso, se trata de auténticas plantaciones de transformación.

En el informe de la 2ª sesión del mes de octubre de 1969, el Comité de valorización de las selvas tropicales de la FAO hizo las siguientes recomendaciones de terminología:

"- Plantación de enriquecimiento: plantación por grupos o en líneas, de diversa intensidad, destinada a incrementar el porcentaje de

especies valiosas en las selvas naturales, sin eliminar los árboles útiles existentes. La regeneración natural constituye una parte significativa del aprovechamiento al llegar al estado de madurez.

- Plantación de transformación: plantación destinada a reemplazar íntegramente la vegetación natural preexistente por una selva artificial totalmente nueva".

La primera definición tiene el mismo significado que han conservado a este método los ingenieros forestales de los países anglosajones, mientras que en los países de habla francesa la evolución progresiva de las técnicas no indujo una evolución paralela de la terminología. A esto se debe que en francés se aplique el término "enriquecimiento" a todos los métodos, desde los menos intensivos hasta las auténticas reconversiones. No obstante, se deberá adoptar la acepción anglosajona de este término.

12 - Descripción de los métodos de plantación de enriquecimiento experimentados en el oeste y el centro de Africa (selva densa húmeda).

En estos países se han experimentado, con mayor o menor éxito, numerosos métodos que han ido evolucionando con el tiempo, con pocos criterios de diferenciación en algunos casos lo que ha creado transiciones en lugar de fronteras entre ellos.

A continuación, describiremos estos métodos brevemente, respetando el orden creciente de transformación de la selva inicial.

121 - El método de plantación en líneas (Fig. 4)

La plantación en línea es un método extensivo que provoca un enriquecimiento de poca importancia y desemboca en la homogeneización de las masas únicamente a largo plazo, o sea dos turnos como mínimo.

Este método consiste en abrir líneas paralelas y equidistantes en la masa forestal y en plantar, a intervalos regulares, trasplantes criados en vivero de especies denominadas "nobles" a las que se tratará de aportar un suplemento de luz, conservándolas en el medio forestal simultáneamente.

La vegetación del suelo se elimina en una extensión de 2 m de anchura y se plantan los trasplantes a 2 m, 2,5 m o 5 m en una sola línea. Ahora bien, para aportar mayor luz a los trasplantes es preciso destruir en mayor o menor grado el vuelo lateral. La distancia entre las líneas ha variado con el correr del tiempo, siendo actualmente de 20 a 25 m con líneas considerablemente despejadas por alto (8 a 10 m). Paralelamente, se anillan todos los árboles de vuelo tupido y bajo, es decir que se destruyen los tejidos vivos del árbol efectuando un corte en torno al tronco para impedir la circulación de la savia hasta producir su muerte. Por otra parte se debe efectuar un despeje precoz para que los trasplantes puedan sobrevivir y para evitar operaciones de limpieza demasiado espaciadas en el tiempo.

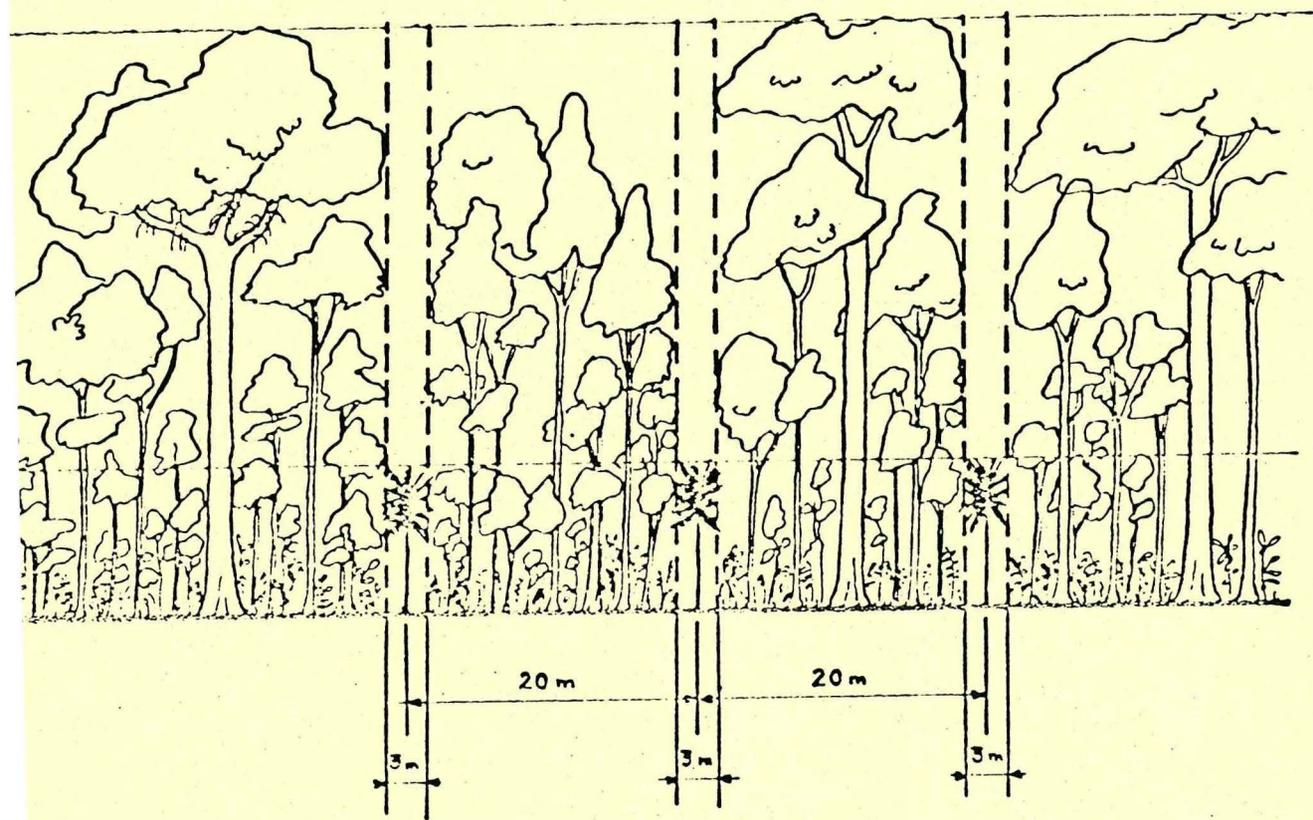


Fig. 4 - Método de plantación en líneas

122 - Método de plantación en líneas modificadas

En el método precedente, la anchura reducida de las líneas permitía obtener únicamente entre un 7 y un 8 % de luminosidad relativa, pero al emprender estas operaciones no se disponía de un conocimiento exacto del temperamento de las especies. Ahora bien, al tener en cuenta el grado de luminosidad requerido efectivamente por las especies plantadas, fue preciso:

- aumentar la luminosidad directa ampliando la línea, sin exagerar, para instalar una sola línea de trasplantes,
- aumentar la luminosidad lateral, reduciendo la altura de las masas entre las líneas por desvitalización (con fitohormonas).

Con una línea de 5 m de anchura y reduciendo a 15 m la altura de la masa, se obtiene una iluminación directa de un 25 % y una iluminación lateral de un 35,40 %, o sea un total que oscila entre un 60 y un 65 % de iluminación relativa.

En la práctica, la técnica es la siguiente:

- implantación de líneas de 5 m de anchura, equidistantes de 10, 15 ó 20 m, según el porcentaje de enriquecimiento que se desee aportar,
- en la línea, apeo manual a altura de las rodillas de todos los árboles de diámetro inferior a 15-18 cm. Esta operación se lleva a cabo para conservar un micromedio forestal al nivel del suelo, sin interrumpir la dinámica biológica y estableciendo una protección contra las especies colonizadoras indeseables, tales como el parasolero (*Musanga cecropioides*). Por otra parte, la presencia de este resalvo contribuirá a que los jóvenes trasplantes crezcan derechos y se autopoden.
- en toda la extensión del bosque, desvitalización de todos los árboles de un diámetro superior a 15-18 cm. Los árboles de diámetro inferior no tienen probablemente más de 15 cm de altura y, por consiguiente, no impiden la iluminación lateral.
- plantación en las líneas de una fila de trasplantes equidistantes de 3 m.
- despeje manual de los trasplantes (plantas trepadoras) conservando el resalvo bajo su copa.

Este método permite obtener un promedio de cincuenta árboles selectos por hectárea con un buen crecimiento, a condición de que la vigilancia sea permanente y que se efectúen intervenciones energéticas para protegerlos contra la competencia natural.

123 - Método de plantación en parcelas de ensayo

Este método, utilizado por los ingenieros forestales belgas en el Zaire, es una variante del método utilizado por ANDERSON para repoblar las landas de Escocia.

Esta técnica consiste en introducir las especies que se trata de regenerar en gran densidad. Los trasplantes se reagrupan en parcelas de la misma superficie y se distribuyen uniformemente en el terreno dejando un gran espaciamiento entre las parcelas.

En la práctica, se realizan las siguientes operaciones:

- creación de viveros volantes bajo la selva para que los trasplantes se acostumbren a crecer en la sombra,
- delimitación de cuadrados de 4 m de lado, equidistantes de 10 m de centro a centro en los cuatro puntos cardinales,
- en los cuadrados, eliminación de las plantas trepadoras y del resalvo herbáceo, cuidando de no tocar los arbustos,
- plantación densa de las especies que se trata de introducir, en formas diversas: trasplantes, estacas, etc.

- en cuanto se reanude el crecimiento de los trasplantes, eliminación progresiva de los arbustos y del vuelo dominante con extremada prudencia.

El objetivo de este método consiste en tratar de no perturbar el medio ecológico y en reconstituir inmediatamente una masa con las especies introducidas, dispersando simultáneamente las parcelas de ensayo por motivos económicos.

La iluminación relativa obtenida a nivel de los trasplantes por este método apenas alcanza entre un 5 y un 10 %.

124 - Método del sotobosque (Fig. 5)

Este método se funda en la destrucción manual del vuelo, pero sólo parcialmente, en el momento de efectuar la plantación.

Al contrario de lo que se verá más adelante, este método tiene por objetivo conservar, entre las líneas de plantación, el piso inferior llamado "sotobosque" para plantar especies que no soportan la exposición total a la luz inmediatamente después de haber sido plantadas, como por ejemplo el Sipo (*Entandrophragma utile*). También se puede utilizar este método para evitar la proliferación de parásitos específicos en las plantas fotófilas, tales como la Caoba (*Khaya ivorensis*) que puede ser provocada por una intensa iluminación y por la presencia simultánea de una gran densidad de población.

La técnica consiste en desvitalizar los árboles del piso dominante, en abrir líneas de plantación y en conservar entre las líneas una parte del sotobosque, que se irá eliminando a medida que vayan creciendo los trasplantes que se hayan introducido.

125 - Selva destruida total y progresivamente por desvitalización

Se trata de destruir la selva preexistente sin utilizar medios mecánicos, decapando el suelo y favoreciendo el desarrollo extremadamente rápido de las especies secundarias, como por ejemplo el parasolero.

A - Método del resalvo (Fig. 6)

Este método consiste en exponer al máximo a la luz los trasplantes que se trata de introducir, desde el momento de la plantación, y en proteger el suelo simultáneamente conservando un resalvo de especies de sombra. Este resalvo, que recubre el suelo y le permite conservar su fertilidad, impide el desarrollo del parasolero (*Musanga cecropioides*) enemigo mortal de los trasplantes en los primeros años, y les garantiza un buen crecimiento rectilíneo con poda natural. De esta forma se respeta aquella antigua ley cultural según la cual los trasplantes "deben tener las raíces en la sombra y las copas expuestas al sol".

Este método integra las siguientes operaciones:

- apeo manual a la altura de las rodillas de los árboles de diámetro inferior a 15-20 cm, que se deberán dejar en el área de la tala sin quemarlos. Su pequeña dimensión no requiere operaciones complementarias de troceo;

- desvitalización inmediata, total o parcial, de los árboles en pie, con fitohormonas según el grado de iluminación que se desee obtener:

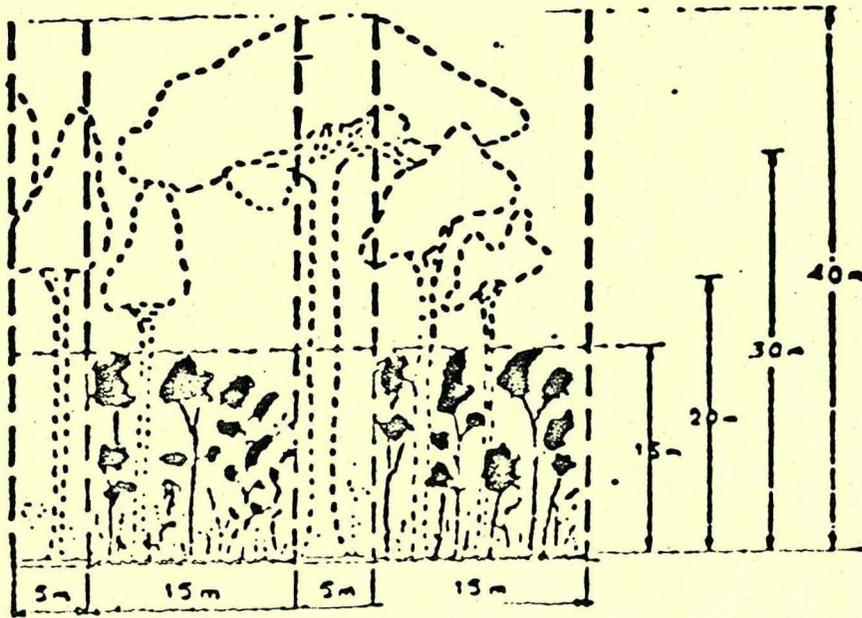


Fig. 5 - Método del sotobosque

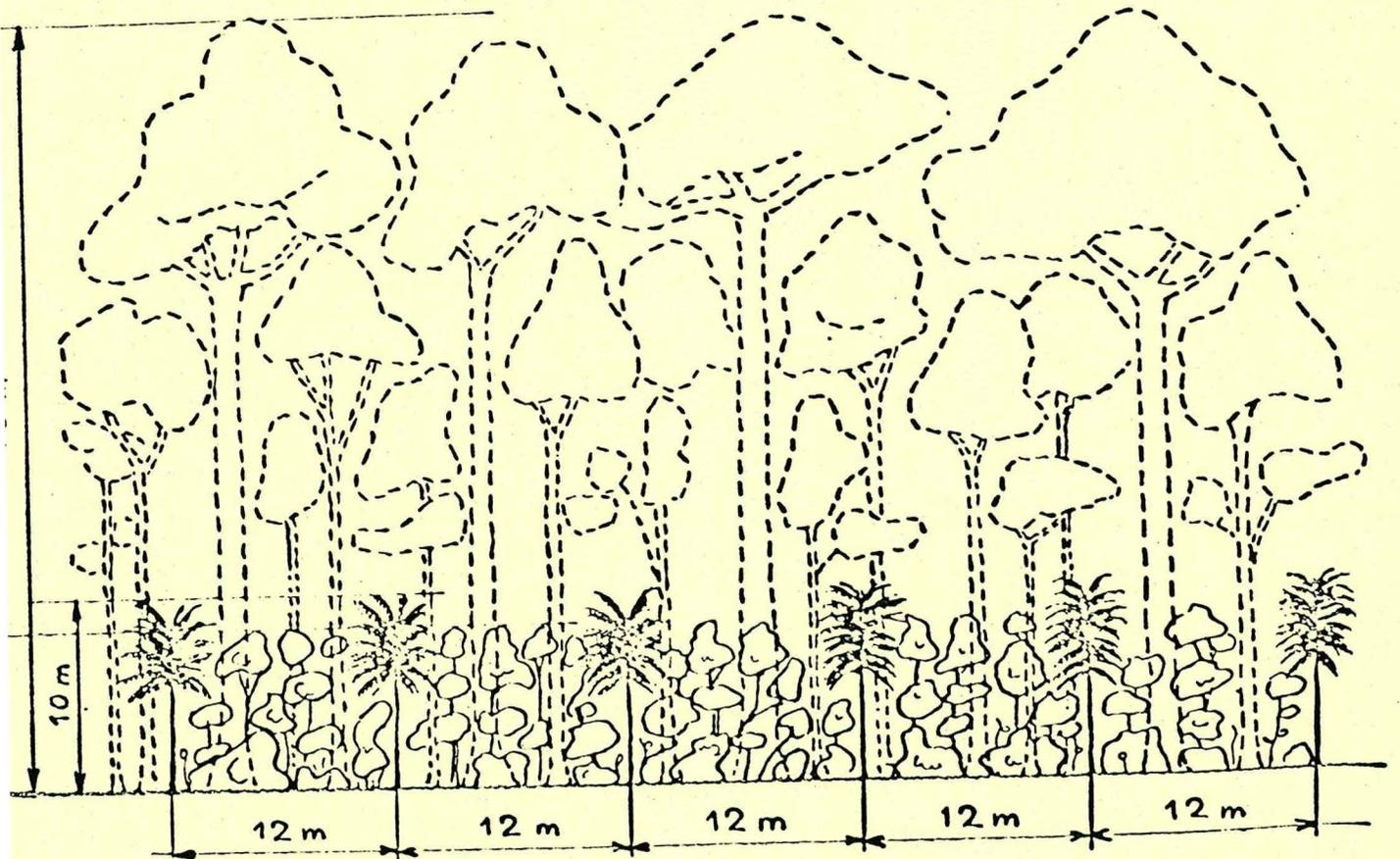


Fig. 6 - Método del resalvo

- plantación de los trasplantes, equidistantes de 4 a 6 m, en líneas angostas abiertas manualmente en el resalvo. Se deberá utilizar el tipo de trasplantes que posea el máximo grado de crecimiento inicial según las especies: estacas (trasplante de cierta edad con el tallo inclinado y las raíces talladas) o bien, trasplantes enteros de tallo alto;

- las operaciones manuales de limpieza, repetidas en un período de 5 a 8 años según el crecimiento de las especies, deberán ayudar a mantener el resalvo bajo la copa de las especies nobles, luchando fundamentalmente contra la proliferación del parasolero.

B - Método Martineau

En este caso se trata principalmente de una plantación cerrada bajo cubierta. Este método tiene por objetivo introducir, con suma prudencia, especies nobles bajo un vuelo que se va destruyendo progresivamente. Este es uno de los primeros métodos de plantación total elaborado para la selva densa tropical africana, destinado a reemplazar la selva heterogénea por una masa regular de especies comerciales.

La técnica consiste en:

- destruir manualmente el sotobosque formado por tallos de hasta 10 cm de diámetro,
- plantar 2 500 trasplantes por hectárea y cuidar de que se mantengan despejados,
- destruir el vuelo principal progresivamente por anillado un año, 2 años y 5 años después de la plantación. Acto seguido, cuidar de la iluminación complementaria por rotación cada 5 años, a partir del 10º año.

Al contrario del método anterior, se trata de una plantación efectuada bajo un vuelo forestal con despeje progresivo tras la plantación.

126 - Selva totalmente destruida antes de la plantación

El vuelo forestal debe desaparecer completamente en una sola operación para que las especies que se van a introducir estén inmediatamente expuestas a plena luz.

A - Método "Taungya"

A los agricultores se les conceden ciertas parcelas de la selva perteneciente al Estado con objeto de crear una combinación de plantaciones forestales y cultivos intercalados.

Este método tiene por objeto hacer que el árbol de la plantación forestal aproveche las ventajas de la preparación del terreno que realiza el agricultor: exposición solar, labranza del suelo y fertilización, y para que se beneficie del cuidado que éste brindará a sus cultivos.

Para la plantación de especies de plena luz se debe evitar la utilización de raíces desnudas. Las distancias de plantación dependen considerablemente del tipo de cultivo interpuesto que se haya elegido.

Los cultivos o los trasplantes que hayan plantado uno u otro gozarán de excelentes condiciones de crecimiento durante los 2 ó 3 años que durarán los cultivos y, a continuación, el servicio forestal correspondiente efectuará las operaciones de limpieza durante el tiempo que sea necesario.

Este sistema agro-silvícola, que por lo general resulta más provechoso para la zona forestal, constituye un medio económico para repoblar los terrenos de la selva perteneciente al Estado, a los que se asignará quizá otra función en un plazo más o menos largo.

A cambio de su labor, el agricultor podrá beneficiarse de operaciones de carácter social o se le acordarán primas de estímulo, además del derecho de cultivar las tierras y de poder disponer de su cosecha. Este método brinda al agricultor la posibilidad de acceder temporalmente a la selva del Estado, donde encontrará tierras fértiles. El método Taungya ha dado buenos resultados en aquellas zonas que presentan una escasez de tierras fértiles, que se manifiesta por una reducción de los barbechos.

B - Método "Limba" (Fig. 7)

La Limba (*Terminalia superba*) es una especie de plena luz que crece naturalmente rectilínea, sin necesidad de poda durante el período de crecimiento. Por ende, no es necesario conservar un resalvo auxiliar ni efectuar plantaciones demasiado cerradas.

El método consiste en destruir totalmente la selva preexistente para que los trasplantes se instalen correctamente antes de que llegue la estación seca. Esta técnica integra las siguientes operaciones:

- apeo manual de los árboles de diámetro inferior a 30 cm,
- anillado o envenenamiento de todos los árboles de diámetro superior a 30 cm,
- quema de los restos de corta
- apertura de líneas de plantación en los residuos vegetales,
- plantación de la Limba en forma de estacas de 1 m a 1,50 m de altura. Las distancias de plantación pueden ser definitivas, 12-14 m, o bien semidefinitivas si se desea realizar una selección en el futuro,
- las operaciones de limpieza deben efectuarse con sumo esmero los primeros años para eliminar las plantas trepadoras y los parasoleros. Estas operaciones se deberán seguir efectuando hasta los 6-7 años.

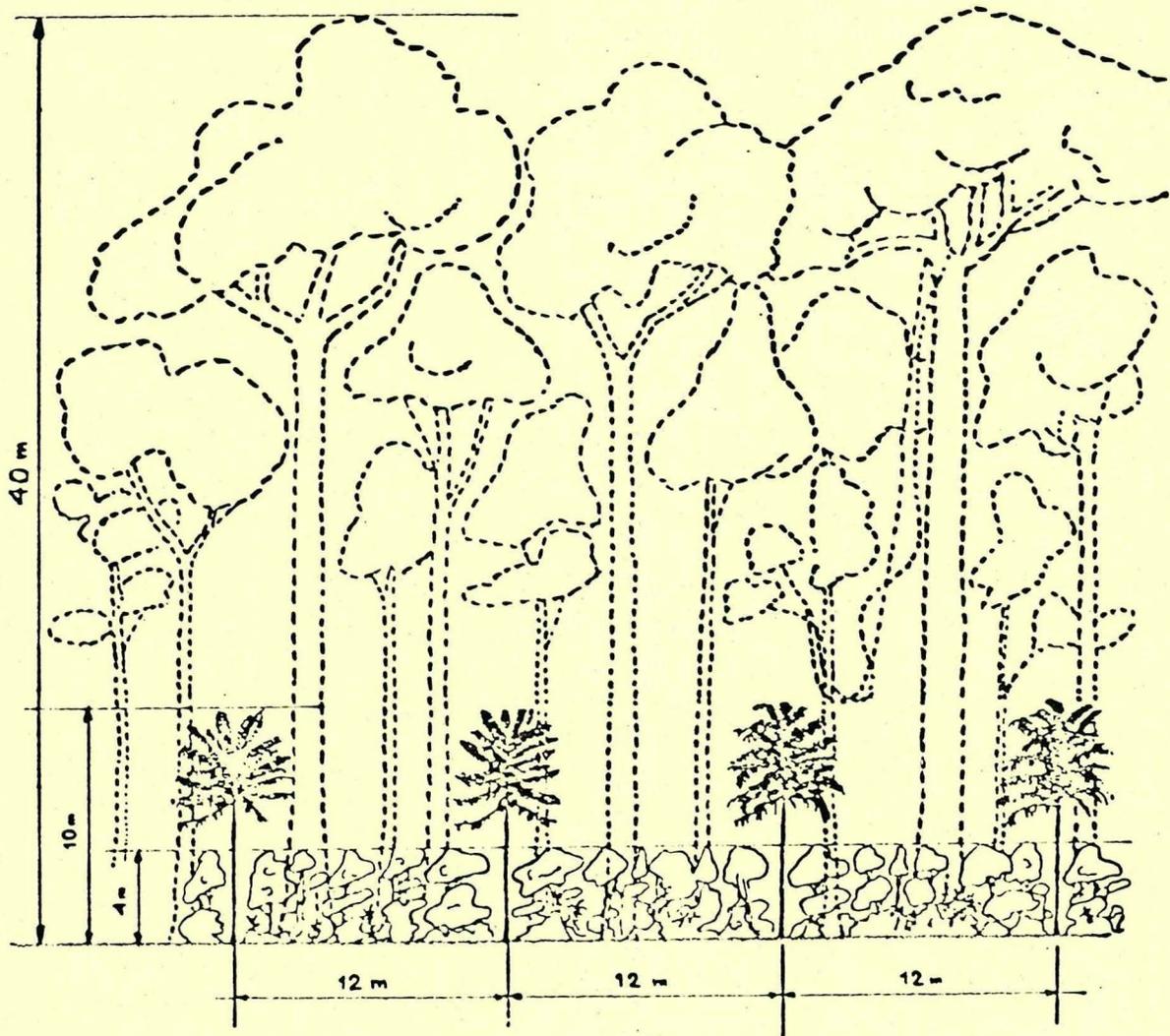


Fig. 7 - Método "Limba"

C - Métodos fundados en la deforestación mecanizada (Fig. 8)

El método anterior se adaptó a las plantaciones de Okumé (*Aucomea klaineana*) pero utilizando en este caso los medios mecánicos para realizar las operaciones de deforestación.

Los árboles de diámetro inferior a 30 cm se talan con una excavadora de potencia adaptada al tipo de vegetación inicial. Los árboles de mayor diámetro se envenenan. Los residuos vegetales se ponen en fila y se queman y, por último, se plantan entre los restos de palos. Este método brinda una mayor variedad de distancias de plantación ya que el terreno está completamente libre. Las operaciones de limpieza también son importantes en este caso, pero requieren menor esmero debido al decapado inicial del suelo.

Actualmente este método se ha adaptado para una gran variedad de especies tales como las *Terminalia ivorensis* y *Terminalia superba*, la Samba (*Triplochiton scleroxylon*), etc.

13 - Ejemplos de aplicación de los métodos descritos

Tras la instalación de los servicios forestales en el oeste de Africa, los responsables de la gestión de los recursos forestales pusieron rápidamente de relieve los problemas que planteaba la heterogeneidad de la composición y de la regeneración de la selva densa tropical africana. Por tales razones se emprendieron operaciones de enriquecimiento artificial para homogeneizar el medio en los países correspondientes.

131 - Costa de Marfil

A - A partir de 1930-1931 se efectuaron plantaciones cerradas bajo cubierta en la selva de Yapou, a unos 50 km al norte de Abidján (Método Martineau). Una superficie de 90 hectáreas se enriqueció con plantitas silvestres de Niangon (*Tarrietia utilis*) plantadas en 2 x 2 m, o sea el equivalente a 2 500 árboles por hectárea. Esta especie se encuentra totalmente en su medio natural.

También se introdujeron otras especies en menor proporción, tales como la Caoba (*Khaya ivorensis*), el Dibetu (*Lovoa Trichilioïdes*), la Tiama (*Entandrophragma angolense*), etc.

Un examen de estas parcelas, realizado en 1985, muestra que los resultados no son espectaculares, pero sí relativamente satisfactorios. En dos parcelas que cubren una superficie de 23 hectáreas, la densidad residual de Niangon (*Tarrietia utilis*) es de 90 a 130 pies por hectárea (diámetro superior a 30 cm) de aspecto delicado frecuentemente. Diversas observaciones efectuadas durante la vida de estas masas muestran que:

- el vuelo inicial se retiró definitivamente demasiado tarde. A la edad de 30 años algunos árboles de especies secundarias siguen dominando la masa.
- los primeros raleos se efectuaron cuando la masa ya había llegado a una edad avanzada, es decir 25-30 años, lo cual impide la reacción dinámica de la masa subsistente y la vuelve más frágil a las inclemencias del tiempo (mayor riesgo de árboles derribados por el viento).

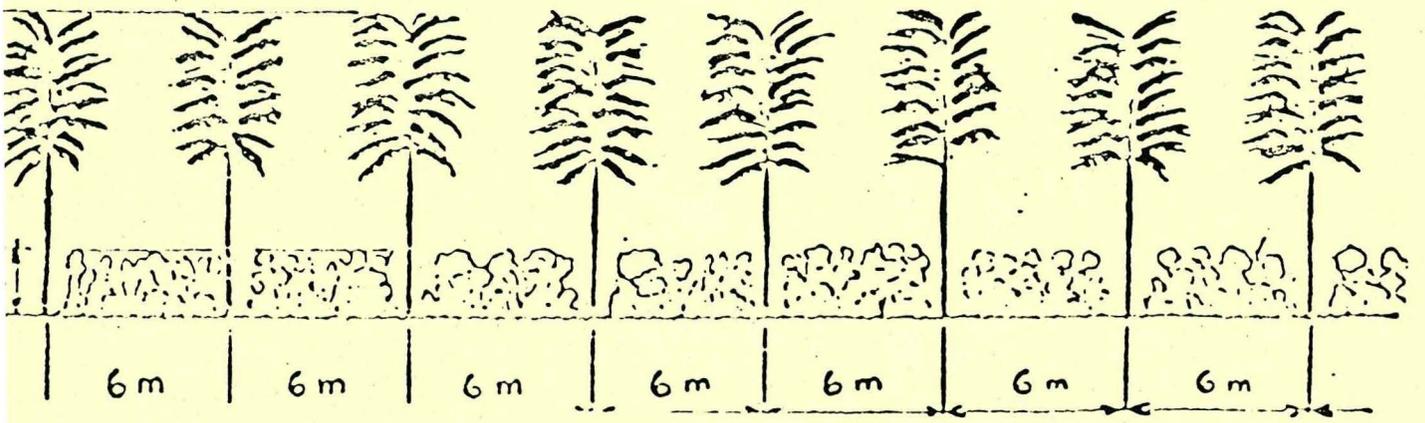


Fig. 8 - Métodos fundados en la deforestación mecanizada

- las operaciones de limpieza se efectuaron regularmente durante los primeros 8 años e irregularmente en los años siguientes.

A la edad de 30 años se observaron los siguientes resultados en los niangon (*Tarrietia utilis*) de Yapo:

- entre 55 y 98 tallos/hectárea de diámetro superior a 30 cm,
- área basal promedio de 20 m³/ha,
- diámetros promedios de:
 - 15 a 20 cm para el conjunto
 - 26 a 31 para los 150 tallos más gruesos
 - 32 a 38 para los 50 tallos más gruesos
- el incremento promedio anual del diámetro era de:
 - 0,6 cm para el conjunto
 - 1,0 cm para los 150 tallos más gruesos
 - 1,13 cm para los 50 tallos más gruesos
- el volumen promedio oscila entre 130 y 200 m³/ha, con un incremento de 4,3 a 6,7 m³/ha/año.

A la edad de 48 años, si se tiene en cuenta únicamente el incremento de los 150 árboles/ha más gruesos, el resultado de las plantaciones cerradas (Método Martineau) de 0,92 cm/año es mejor que el de las plantaciones de poca densidad (líneas) de 0,80 cm/año.

Las Caobas (*Khaya ivorensis*) de las plantaciones mezcladas mostraron un mejor comportamiento que los niangon (*Tarrietia utilis*) con un incremento del diámetro de 1,5 cm/año.

B - Varios años más tarde, entre otras cosas por razones económicas, se iniciaron las plantaciones en líneas equidistantes de 10 m con espaciamentos de 5 m o de 2,5 m en las líneas de plantación (o sea 200 ó 400 trasplantes/ha).

De esta forma se plantaron 850 hectáreas de Niangon (*Tarrietia utilis*), Caoba (*Khaya ivorensis*), Tiamo (*Entandrophragma angolense*), Dibetu (*Lovoa Trichilioïdes*), Makoré (*Tieghemella heckelii*) y Azobé (*Lophira alata*).

A la edad de 23 años, la densidad residual del Niangon (*Tarrietia utilis*) era de 94 árboles/ha, con un incremento promedio del diámetro de 1 cm/año y un incremento promedio de la altura total de 1 m/año. A los 40 años de edad la densidad residual sólo era de 26 árboles/ha.

C - Hasta 1948, la equidistancia de las líneas de las plantaciones era de 25 cm con trasplantes situados a 2 ó 2,5 m en las líneas, o sea entre 160 y 200 trasplantes por hectárea. Las especies plantadas seguían siendo: Niangon (*Tarrietia utilis*), Caoba (*Khaya ivorensis*) y Dibetu (*Lovoa Trichilioïdes*), a las que se suman el Framiré (*Terminalia ivorensis*), el Bossé blanco (*Guarea spp.*) y el Sipo (*Entandrophragma utile*). De esta forma se trataron unas 11 000 hectáreas.

A la edad de 21 años se observaba una densidad residual de 45 pies/ha de todo tipo de especies. El incremento anual del diámetro era de 1 cm para los árboles más gruesos y el incremento de la altura total de 0,7 m.

En 1985 las densidades oscilaban entre 6 y 28 pies/ha.

D - Los años siguientes se consagraron con frecuencia al seguimiento de las plantaciones existentes, poniéndose especial esmero en las operaciones de limpieza de los trasplantes y en brindarles una exposición solar suficiente, reduciendo el vuelo y efectuando raleos.

También se utilizaron métodos mixtos para enriquecer parcelas que presentaban una regeneración natural que se consideraba insuficiente. Así, se realizaron fundamentalmente plantaciones de Caoba (*Khaya ivorensis*) de 10 x 5 m con cierta flexibilidad de implantación, que brindaba al trasplante un espacio vital óptimo con un mínimo de intervenciones en la selva inicial.

E - El método "Taungya" se utilizó en diversas épocas. Este método se empleó de forma sumamente reducida en la selva densa, por lo general en superficies de una hectárea por grupos de 3 ó 4.

Las especies utilizadas fueron el Fraké (*Terminalia superba*), el Framiré (*Terminalia ivorensis*) y la Samba (*Triplochiton scleroxylon*) con resultados prometedores en el primer tiempo, pero sumamente heterogéneos a una edad más avanzada. En la sabana se obtuvieron mejores resultados, principalmente con la Teca (*Tectona grandis*), la Gmelina (*Gmelina arborea*), el Djohar (*Cassia siamea*), etc.

F - A partir de los años 60 se prefirió efectuar plantaciones totales en terrenos completamente despejados mediante la destrucción mecanizada de la selva inicial. Esta técnica se utilizó principalmente para las especies de luz, tales como: Fraké (*Terminalia superba*), Framiré (*Terminalia ivorensis*), Samba (*Triplochiton scleroxylon*), Teca (*Tectona grandis*), Gmelina, etc.

No obstante, esto no impidió que se siguieran efectuando plantaciones bajo cubierta desvitalizada, como en Yapo, Anguededu y Abbé. Los espaciamientos fueron muy variados: 7 x 3,5 m; 7 x 5 m; 6 x 4 m; 15 x 3 m; 10 x 4 m y 8 x 3,33 m.

Las operaciones de despeje se efectuaron regularmente y fue preciso llevar a cabo desvitalizaciones complementarias, principalmente del parasolero (*Musanga cecropioides*), por ejemplo en Yapo. A la edad de 10-12 años, los Niangon (*Tarrietia utilis*) medían 12 m y presentaban un incremento medio del diámetro de 1 cm/año aproximadamente, con una buena reacción al envenenamiento tardío.

En estas parcelas recientes (1965 a 1971) se efectuaron raleos a la edad de 6 años aproximadamente, lo que redujo la densidad inicial de 400 árboles/ha a 170-200 árboles/ha.

También se realizaron mezclas de especies, con la Caoba (*Khaya ivorensis*), el Okumé (*Aucoumea klaineana*) y el Makoré (*Tieghemella heckelii*), además del Niangon (*Tarrietia utilis*). La Caoba (en mezcla de un 5 a un 25 %) y el Okumé (un 50 %) presentaron un mayor incremento que el Niangon, mientras que el incremento del Makoré fue inferior.

G - Durante los años 70 la investigación forestal se consagró, a título experimental, al estudio del entorno luminoso, principalmente en las líneas, debido a las dificultades que planteaba la silvicultura del

Sipo (*Entandrophragma utile*). Diversos estudios de fotología de gran precisión (con piranómetros y mediante fotografías hemisféricas) trataron de caracterizar y cuantificar la influencia que ejercían los diversos tratamientos (anchura de la línea, intensidad de las talas o de las desvitalizaciones en la masa natural del espacio entre líneas) sobre el entorno luminoso de los trasplantes introducidos en la línea. A raíz de estos estudios se llegó a la conclusión que resultaba difícil controlar y, sobre todo, homogeneizar la cantidad de luz que llega hasta los trasplantes y que la sombra que requieren ciertas especies puede obtenerse realizando una plantación monoespecífica de una especie auxiliar (*Leucaena leucocephala*, *Gmelina arborea*, etc.).

132 - Nigeria

En Nigeria, los servicios forestales se interesaron rápidamente por la regeneración artificial de las selvas densas. A partir de 1916, las empresas forestales estaban obligadas a plantar 24 árboles jóvenes por cada árbol adulto talado. Esta obligación es digna de alabanza en sí misma, pero su control presenta grandes dificultades debido a la dispersión de las operaciones y al personal que se requiere para ponerla en práctica. No obstante, no se supo controlar perfectamente la defensa sistemática de estos árboles contra la vegetación natural y sólo quedaron algunos vestigios.

Más adelante, en los años 30, se utilizó el método de plantación en líneas pero con pocas variaciones de los dispositivos, principalmente de las operaciones de limpieza y de la exposición solar, que no se sometieron a un seguimiento regular. Por tales razones, fue imposible sacar conclusiones interesantes de estas experimentaciones. Más tarde, hacia los años 50, se comenzó a utilizar intensivamente el método Taungya tanto para las especies de rotación reducida, tales como *Cassia siamea* y *Eucalyptus spp.*, como para las especies de mayor longevidad como la Teca (*Tectona grandis*), las *Terminalia spp.* y la Bilinga (*Nauclea trilesii*).

Las plantaciones se efectuaron en rodales mixtos o puros. En los primeros se introdujeron puntualmente especies de sombra como la Caoba*, con una equidistancia de 4 m para las estacas o en algunos casos plantones (plantas completas a las que se dejan únicamente las dos hojas terminales).

En las masas puras los espaciamientos eran de 6 x 6 m principalmente para la introducción de Bilinga y de *Terminalia spp.* El segundo año se realizó una limpieza general y hasta el sexto año sólo se efectuó un despeje a nivel del trasplante.

El 11º año, o antes si fuese necesario, se preve un raleo.

* La Caoba (*Khaya ivorensis*, *Khaya anthotheca* y *K. grandifolia*) soporta la exposición directa a la luz, en cuyo caso su crecimiento es considerablemente superior. No obstante, debido a que los ataques del perforador de yemas (*Hypsipyla robusta* Moore) son mucho más frecuentes a plena luz, la Caoba se considera, y se planta, como si se tratara de una especie de "sombra" (véase el apartado 124).

Actualmente, las plantaciones necesarias a la reconstitución de las selvas destruidas se efectúan a plena luz, en terrenos totalmente deforestados y suelos preparados con medios mecánicos.

133 - Camerún

Las plantaciones artificiales de enriquecimiento se iniciaron hace mucho tiempo en este país, principalmente en la selva de Mbalmayo y en las reservas de Makak-Nyong. Más adelante se siguieron realizando estas plantaciones en otras regiones.

A - En la selva de Mbalmayo se utilizó el método de plantación en líneas desde 1932 para las especies tales como la Wawa (o Samba: *Triplochiton scleroxylon*), la Caoba (*Khaya ivorensis*), el Sapelli (*Entandrophragma cylindricum*), el Nvero (o Dibetu: *Lovoa Trichilioïdes*), etc.

A la edad de 18 años sólo subsistía un 48,5 % de los tallos plantados, pero con un complemento significativo de regeneración natural que incrementaba hasta un 75 % el porcentaje de árboles interesantes, en relación con el número de trasplantes implantados artificialmente. Este complemento obligó a los servicios forestales a cambiar de método de enriquecimiento, favoreciendo principalmente la regeneración natural que se aplicó en parcelas de una hectárea, combinándola con un cultivo simultáneo supervisado. Estas parcelas, agrupadas en cuarteles de 100 a 300 hectáreas, estaban delimitadas por líneas plantadas de Caoba (*Khaya ivorensis*), Sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) y Nvero (*Lovoa Trichilioïdes*). En unas 100 hectáreas hay unos 20 km de líneas, o sea 4 000 trasplantes, con un espaciamiento de 5 m. Si se considera que en una hectárea puede haber unas cuarenta plantitas silvestres, se obtiene un promedio de 80 árboles de madera comercializable por hectárea.

En las parcelas más pobres se puede contemplar la plantación de 2 ó 3 líneas complementarias.

B - En la reserva de Makak-Nyong se plantaron 2 500 hectáreas entre 1932 y 1949. En total se plantaron 181 650 trasplantes, principalmente de las especies siguientes: Sapelli (*Entandrophragma cylindricum*), Caoba (*Khaya ivorensis*), Nvero (*Lovoa Trichilioïdes*), Iroko (*Milicia Excelsa*), Bossé blanco (*Guarea spp.*), Wawa (*Triplochiton scleroxylon*), Kosipo (*Entandrophragma candollei*), etc.

En esta reserva, el método de plantación en líneas tampoco resultó favorable a las especies estrictamente fotófilas. Por orden decreciente, los mejores resultados se obtuvieron con la Caoba (*Khaya spp.*), el Dibetu (*Lovoa Trichilioïdes*) y el Sapelli (*Entandrophragma cylindricum*). A la edad de 15-18 años, los resultados conseguidos eran de un 75 % de tallos residuales para el Sapelli y de un 50 % para la Caoba. Una de las razones de este fracaso relativo fue la plantación de trasplantes demasiado pequeños (menos de 1 m) mientras que con tallos de 2 m como mínimo se logra evitar la competencia del resalvo y los árboles quedan fuera del alcance de los animales de caza.

C - En la zona costera del sur de Camerún se realizaron plantaciones de Okumé por analogía con los programas de enriquecimiento del país vecino, la República del Gabón.

D - En 1975, en la selva caducifolia del este (Belabo) y en la selva densa del litoral, se utilizó una vez más, a título experimental el método de plantación en líneas anchas. Se plantaron líneas de 5 m de anchura con una separación entre líneas de 15 a 20 m y un espaciamiento de 3 m en la línea. El sotobosque se taló a la altura de las rodillas y todos los árboles de diámetro superior a 20 cm se anillaron o se desvitalizaron.

Las especies plantadas fueron: *Terminalia ivorensis* y *T. superba*, *Entandrophragma cylindricum*, *E. utile*, *Khaya ivorensis*, *Triplochiton scleroxylon*, *Tarrietia utilis*, *Azelia africana*, *Lovoa Trichilioides*, etc.

134 - Congo

En este país se puso gran interés por la Limba (*Terminalia superba* - véase Fraké: nombre comercial que se da a la Limba en el norte del Ecuador), debido a la rapidez de su crecimiento y a la calidad de su madera.

En 1937 se plantaron superficies cuadradas en plantaciones cerradas para utilizarlas como arboretos.

Acto seguido, se realizaron plantaciones en líneas, plantando los árboles con espaciamientos de 10 x 5 m. Estas primeras experimentaciones mostraron que la Limba no requería ninguna especie auxiliar para crecer derecha o autopodarse. Por consiguiente, se decidió plantar a espaciamientos definitivos de 12 x 12 m o de 12 x 14 m a principios de los años 50.

La Limba, especie de luz, requiere un despeje total, que deberá efectuarse en dos etapas:

- el terreno seleccionado, en que la explotación ha sido intensiva, se desbroza totalmente en una línea de gran anchura;
- se pican estacas;
- al año siguiente se anillan los árboles del vuelo superior;
- acto seguido se inician los despejes en las líneas, para evitar la dominación ulterior de los trasplantes por las especies naturales y la invasión de plantas trepadoras, con cinco intervenciones el primer año y tres o cuatro el segundo. Este método se reemplazó más adelante por plantaciones a plena luz en que las operaciones de deforestación y de preparación del suelo se efectuaban mecánicamente.

135 - Ghana

También en este país se practicó el método de plantación en líneas, en aquellas selvas perennifolias donde la explotación forestal sumamente intensiva no permitía la regeneración natural.

Se abrieron líneas de 1,80 m de anchura, equidistantes de 20 m y se eliminaron las plantas trepadoras en un radio de 5 m a cada lado de la línea. El vuelo se fue destruyendo progresivamente por desvitalización en grado suficiente como para exponer los trasplantes a la luz, sin correr el riesgo de provocar en demasía el desarrollo de plantas trepadoras por exceso de sol. El espaciamiento entre trasplantes era de 5 m y la altura mínima de 1 m, para ponerlos fuera del alcance de los animales de caza. Principalmente se plantaron Caobas (*Khaya ivorensis*), Sapellis (*Entandrophragma cylindricum*), Tiamas (*Entandrophragma angolense*), Niangon (*Tarrietia utilis*), etc. Cabe agregar que los resultados obtenidos para la Caoba fueron mejores que con plantaciones cerradas.

También se realizaron plantaciones en cuarteles de Framiré (*Terminalia ivorensis*) y Niangon (*Tarrietia utilis*), con espaciamientos de 5 x 6 m. Hacia finales de los años 60 se enriquecieron grandes extensiones de terreno, la mitad aproximadamente mediante el método Taungya y la otra mitad utilizando el método del resalvo, principalmente con especies como la Samba (*Triplochiton scleroxylon*), el Framiré (*Terminalia ivorensis*), la Teca (*Tectona grandis*), el Cedro (*Cedrela odorata*), etc.

136 - Zaire

Para este país es preciso distinguir entre los métodos que se aplicaron en el marco de programas intensivos y las experimentaciones realizadas. En efecto, la actividad de los investigadores belgas del INEAC, principalmente en la estación de Yangambi, fue sumamente importante antes de la independencia del Zaire. Así, se experimentaron numerosas técnicas, entre las que pueden citarse:

A - Mejora mediante uniformización por bajo

Este método constituye una aplicación particular del sistema silvo-agrícola que difiere del método Taungya por la marcación y la preservación de los trasplantes jóvenes de especies preciosas en el momento de la plantación, y debido a que, simultáneamente, se plantan unas cien *Terminalia superba* por hectárea. Por este método se deberá obtener una masa forestal secundaria heterogénea cuyo piso dominante deberá estar formado por las *Terminalia superba* y por las especies preciosas que se conservaron al efectuar la plantación, es decir las especies comerciales interesantes procedentes de la regeneración natural: *Clorophora* (*Milicia*), *Ricinodendron*, *Combretodendron*, *Entandrophragma* y *Ceiba*.

B - También se experimentó el método de enriquecimiento por plantación en líneas con diversas intensidades. La experiencia muestra que este método resulta más conveniente para el enriquecimiento de formaciones bastante abiertas, o incluso de barbechos, que para enriquecer selvas constituidas poco explotadas o bien, que no se han explotado en absoluto. Con este método también se obtienen buenos resultados para las especies de luz de crecimiento rápido que desarrollan una forma normal, incluso cuando están aisladas (por ejemplo, *Terminalia spp.*).

C - Plantaciones en fajas anchas

Este método consiste en disponer fajas de 10 m de anchura y de 25 a 50 m de longitud cada 50 m (10 áreas por hectárea), en las que se planta una especie principal (*Entandrophragma*, *Austranella*) y especies auxiliares, con espaciamentos variables de 4 x 4 m, 2 x 2 m y 1 x 1 m.

D - Siembra directa en fajas estrechas tras limpieza total

El método consiste en limpiar minuciosamente fajas de 2 m de anchura, equidistantes de 20 m, de las que se elimina el intenso entrelazamiento natural de las raíces y las plantas existentes, y en sembrar unas 6 semillas por m² cada 2 m. Los resultados de implantación son variables según las especies. El crecimiento es bastante similar al obtenido en las líneas, pero con la siembra se obtiene una mayor densidad, la forma es algo mejor que mediante la plantación, las posibilidades de obtener madera de buena calidad y la facilidad de selección mediante raleos son mayores.

E - Método de enriquecimiento en parcelas de ensayo

Al comienzo, el método inspirado de las parcelas de Anderson consistía en implantar grandes parcelas de una superficie de una o varias áreas bajo rodales de parasoleros (antiguo terreno inculto) en las cuales se despejaba el sotobosque y se introducían los trasplantes con espaciamentos variables de 4 x 4 m y 1 x 1 m. Los resultados obtenidos, principalmente con las parcelas de 1 x 1 m e incluso de 2 x 2 m, llevaron a los ingenieros forestales belgas a elaborar el método de parcelas densas de ensayo espaciadas (E. MAUDOUX). Por este método se intentaba combinar las ventajas biológicas que presentan las plantaciones densas de espaciamiento reducido con los bajos gastos que requieren los métodos extensivos de enriquecimiento. Se trataba de plantar o de sembrar pequeños grupos de trasplantes con un espaciamiento reducido y en separar considerablemente los grupos en la superficie que se trataba de enriquecer. Este principio se adaptó a diferentes medios y se obtuvieron buenos resultados en medio abierto (landas, sabanas abiertas y terrenos deforestados), pero en la selva densa tropezó con las mismas dificultades de apertura de trocha, control del resalvo y operaciones de limpieza de los trasplantes que presenta el método de plantación en líneas y, además, la dispersión de las parcelas dificultaba aún más el acceso.

F - Plantaciones de enriquecimiento sobre cortas a tala rasa

Este método de enriquecimiento se reserva para las zonas explotadas totalmente para extraer leña o madera industrial. El objetivo de este método consistía en enriquecer el barbecho forestal con especies valiosas mediante la plantación de especies fotófilas: *Terminalia superba*, *Milicia (Clorophora) excelsa*, etc. con un espaciamiento regular de 10 x 10 m o de 15 x 10 m. De esta forma se esperaba que el resalvo guiaría las plantas valiosas introducidas, pero una vez más surgieron dificultades de control del resalvo y de limpieza de los trasplantes introducidos.

De todos estos métodos experimentados sólo los dos primeros, o sea la "uniformización por bajo" o "Método Limba" y la "Plantación en líneas" se aplicaron a gran escala, principalmente en Mayumbé, pero más tarde se abandonaron por motivos históricos. No fue posible obtener datos recientes acerca de los resultados de estas plantaciones.

137 - Otros países: Guinea, Sierra Leona, Liberia, etc.

Los demás países de la zona (oeste de Africa) aplicaron las técnicas experimentadas o elaboradas en otros países a escala relativamente modesta.

En Guinea se efectuaron plantaciones de enriquecimiento en líneas en varias reservas forestales, pero no fue posible obtener información acerca de la importancia de estas plantaciones ni de sus resultados.

En Sierra Leona se utilizaron las diversas técnicas de mejora de las masas naturales. Por una parte, las técnicas que favorecen la regeneración natural, como el Tropical Shelterwood System (TSS) utilizado igualmente en Nigeria y en Ghana, se aplicaron según una cadencia de varios cientos de hectáreas cada año y las superficies tratadas alcanzaban las 4 000 hectáreas aproximadamente al final de los años 50. Por otra parte, los métodos que recurren a las plantaciones propiamente dichas cubrían unas 5 000 hectáreas en 1960, pero las estadísticas no establecen una distinción entre las plantaciones intensivas, el método Taungya, las plantaciones bajo cubierta y las plantaciones en líneas. Estas técnicas se señalan, pero no se presentan de forma diferenciada. Tampoco se conocen los resultados de estas plantaciones. No obstante, los métodos demasiado extensivos, principalmente las plantaciones de enriquecimiento en líneas, se abandonaron a principios de los años sesenta debido a la fuerte presión agrícola sobre las tierras.

Por último, en Liberia no se aplicó ninguna técnica de mejora o de enriquecimiento de las selvas naturales, con excepción de varios ensayos. A finales de 1977, las realizaciones del Forestry Development Authority cubrían unas 5 500 hectáreas de plantaciones (abetos, teca, gmelina, etc.).

14 - Los datos obtenidos

141 - La luz

En el medio forestal que estamos examinando, se demostró rápidamente que la luz constituía el principal factor de limitación del crecimiento de los árboles jóvenes. Cabe tener en cuenta que el medio forestal no ponía este hecho de relieve y, por otra parte, A. AUBREVILLE había observado que *"el crecimiento depende considerablemente de la cantidad de luz que pueda recibir la copa del árbol. Naturalmente, nadie ponía esto en duda, pero parecía que en el medio constantemente húmedo y cálido de la selva ecuatorial los vegetales podían desarrollarse incluso con una luminosidad mediocre"*.

Debido a que al comienzo se desconocía el temperamento de las especies interesantes desde el punto de vista comercial, no se había hecho resaltar la preponderancia de la luz. Las investigaciones, así como la evolución de las técnicas silvícolas, demostraron claramente que las especies de luz no soportan la sombra y que las especies de sombra o de semiluz se adaptan perfectamente a la plena luz (sin embargo, al exponer estas especies a la luz se observan graves perturbaciones del microclima: higrometría, temperatura, etc. que pueden afectar a ciertas especies).

Diversas mediciones de gran precisión demostraron que la iluminación relativa en una línea de 8,5 m de anchura era únicamente de un 5 % y que este porcentaje aumentaba hasta un 20 % tras despejar el vuelo en la cima de la línea.

Si se reduce el vuelo superior entre las líneas, se obtiene un incremento de la iluminación lateral y, por consiguiente, aumenta el valor total precedente hasta un 60-65 %. Por lo tanto, el "arte" del silvicultor consistía en realidad en dosificar de la mejor forma posible, en el tiempo y el espacio, la iluminación que requerían las plantaciones. A esto se debe que los métodos expuestos en el capítulo anterior no presenten diferencias notables y que se asemejen a transiciones graduales.

A modo de ejemplo, presentamos la siguiente tabla de explicación relativa a las plantaciones de Niangon en Costa de Marfil, medidas a la edad de 30 años.

Número de pies medidos	Diámetro medio (cm)	
	Plantación Martineau	Plantación en líneas
150 árboles más gruesos por hectárea	33,1	22,7
50 árboles más gruesos por hectárea	38,2	34,8

Fuente R. CATINOT, BFT nº 102, 1965

Ahora bien, si bien es cierto que favorece el crecimiento de las especies introducidas, la luz ejerce un efecto dinámico sobre cierto número de especies invasoras cuyo desarrollo es fatal para los árboles recién plantados. Las especies colonizadoras particularmente agresivas, tales como el parasolero, tienden a ocupar rápidamente el terreno descubierto y lo mismo ocurre con las plantas trepadoras que, en las alturas, compiten con los trasplantes, los asfixian y los deforman por acción mecánica.

Por consiguiente, el seguimiento de la evolución del trasplante requiere que se dosifique correctamente la luz y que se mantenga la vegetación natural "a prudente distancia" para establecer un buen equilibrio.

142 - Selección de las especies

Las primeras operaciones de enriquecimiento se realizaron en una época en que el número de especies interesantes desde el punto de vista comercial, es decir las especies cuya demanda en el mercado es permanente, era demasiado reducido. Por ende, se debía dar prioridad a estas especies para enriquecer las selvas que les dieron origen pero que se encontraban empobrecidas por una explotación intensiva o para valorizar otras selvas que carecían de estas especies, tales como la Caoba (*Khaya spp.*), el Niangon (*Tarrietia utilis*), la Samba (*Triplochiton scleroxylon*) y el Sapelli (*Entandrophragma cylindricum*).

Más tarde se utilizaron otras especies en las plantaciones de enriquecimiento, en primer lugar debido a que aumentó el número de las especies comercializables y, por otra parte, porque los ingenieros forestales se dieron perfecta cuenta que era preciso utilizar especies de luz para las operaciones de plantaciones artificiales. Fue entonces cuando comenzaron a utilizarse las *Terminalia spp.*, La Teca, la Gmelina, etc. No obstante, se siguió dando prioridad a las especies valiosas que, aunque subsisten en pequeño número tras una selección severa, con frecuencia debida a la propia naturaleza más que a la intervención humana, valorizan considerablemente la hectárea plantada.

Con un vuelo todavía relativo, se siguió introduciendo la Caoba, el Niangon, el Dibetu, la Tiama, el Sapelli, el Sipo y la Samba. El despeje progresivo del vuelo hasta obtener un despeje total permitió introducir especies más fotófilas como las *Terminalia spp.* y el Okumé.

La utilización del método Taungya brindó también la posibilidad de efectuar plantaciones en terrenos totalmente despejados, y sin competencia, con la Teca y la Gmelina por sólo citar dos especies.

143 - Resultados

Del apartado anterior puede deducirse con facilidad que los trasplantes que sobrevivieron a los diferentes ensayos son aquellos que gozaron de una exposición solar más correcta y de una defensa intensiva contra la vegetación natural.

De manera general, estas operaciones de enriquecimiento no fueron un verdadero éxito. Las primeras plantaciones en líneas sufrieron por la presencia de un vuelo demasiado tupido, al igual que por la competencia extremada del sotobosque y del resalvo. No obstante, cuando se ampliaron las líneas, la competencia, principalmente de las plantas trepadoras, se volvió encarnizada y aumentó el número de intervenciones de limpieza y de despeje, siendo necesario efectuarlas repetidamente. Mientras más luz se daba a los trasplantes, más se precisaba vigilar la vegetación que, por su desarrollo, podía constituir una competencia en potencia (y, para empeorar las cosas, con el método del resalvo, donde la vegetación auxiliar no debía nunca ser predominante).

Por ende, el éxito de los diversos métodos se debió, principalmente, a la perseverancia de los silvicultores por proteger las especies nobles, pero con frecuencia se vieron limitados por la falta de personal

y de medios financieros apropiados. Lo anterior demuestra los límites de esta técnica que, por ser una técnica de tratamiento extensivo de las selvas, debería aplicarse en grandes superficies con inversiones sumamente limitadas por unidad de superficie, por lo que respecta a los equipos y al personal. Este método ha llegado a ser, paradójicamente, casi tan costoso en métodos y en personal, que una plantación intensiva que concentra una elevada productividad en una superficie reducida. Por otra parte, debido a la segunda guerra mundial se interrumpieron numerosas operaciones y se suspendieron las inversiones en el ámbito forestal y, simultáneamente, se desorganizaron los servicios. La naturaleza dejó entonces el paso libre a la competencia espontánea, que en raras ocasiones resulta favorable a las especies introducidas, salvo para las especies más colonizadoras como el Okumé o las *Terminalia spp.* El seguimiento de la evolución de las masas introducidas pudo llevarse a cabo en aquellas zonas donde la composición de la vegetación original no presentaba demasiados invasores, como el parasolero por ejemplo, y donde el vuelo se había reducido considerablemente. Estas masas produjeron parcelas en que la calidad y la cantidad del material en pie se había mejorado en gran medida.

Teniendo en cuenta lo anterior, podría creerse que el método Taungya es el más eficaz ya que requiere una deforestación casi total y operaciones de limpieza permanente y total para que puedan sobrevivir los cultivos introducidos. No obstante, este método, que sigue siendo pesado para el campesino africano, no se desarrolló de la manera esperada y su extensión no es nada comparable a la aplicación que tuvo en Asia.

En Africa, este método se aplicó principalmente en las zonas de terrenos boscosos y de sabanas por diversas razones de procedimiento, de facilidad de deforestación y, fundamentalmente, porque no se disponía de las tierras necesarias. Con este método se obtuvieron excelentes rodales de Teca, Gmelina y otras especies en Costa de Marfil, Nigeria, etc.

Ahora bien, este método está sistemáticamente relacionado con la necesidad de tierras de los campesinos y en muchas regiones los agricultores pueden, de hecho, acceder libremente a las selvas para realizar sus cultivos nómadas, incluso en las selvas reservadas del Estado, ya que los servicios forestales no disponen de los medios necesarios para hacerlas respetar o para imponer un contrato de cultivo Taungya. Además, puesto que el medio natural es mucho más competitivo, el campesino se preocupa más por sus propios cultivos que por los árboles introducidos artificialmente y, por consiguiente, no se logra obtener un intercambio recíproco de beneficios. Así, el servicio forestal no cuenta con los medios necesarios para luchar contra la vegetación natural que se impone espontáneamente de forma sumamente rápida tras el período agrícola.

Asimismo, tras las plantaciones flojas, en constante lucha contra la vegetación natural, las plantaciones densas no tendrán éxito hasta que no se efectúen las intervenciones silvícolas indispensables. Estas plantaciones no permitían en demasía la competencia superior o inferior, pero en cambio presentaban grandes inconvenientes. Por ejemplo, la concentración de pies de especies esporádicas provocó la proliferación

de parásitos devastadores. En esta concentración sólo puede obtenerse un incremento válido para un producto final comercializable si se efectúan los raleos necesarios de forma periódica. Pero una vez más, los raleos no pudieron realizarse en todos los casos debido a la falta de medios.

Habida cuenta de lo anterior, cabe comprender que las técnicas de enriquecimiento hayan evolucionado hacia las plantaciones de transformación, realizadas definitivamente en terrenos totalmente deforestados con una preparación previa del suelo que transformaba completamente el espacio original, mediante maquinaria que permitía incrementar considerablemente el rendimiento y mejorar la calidad del trabajo. En tales condiciones, se reemplaza el ecosistema existente y se establecen nuevas reglas silvícolas que será preciso respetar si se desea obtener el resultado esperado.

Ahora bien, el principal resultado de estas técnicas fue que permitieron poner en evidencia los factores que las limitan:

- el coste de los medios técnicos, humanos y financieros es incompatible con el tratamiento extensivo de grandes superficies,
- la duración del seguimiento y de las operaciones requieren una vigilancia constante e intervenciones periódicas durante un largo período,
- la evolución económica y demográfica de los países tropicales africanos impide la inmovilización de superficies importantes para obtener una producción sumamente reducida.

A este respecto, cabe agregar que la mayor parte de las plantaciones de enriquecimiento efectuadas en el pasado desapareció antes de llegar a la madurez debido a la deforestación agrícola.

15 - Conclusiones generales a propósito de los métodos de plantación de enriquecimiento utilizados

Los métodos de enriquecimiento sólo permitieron obtener resultados interesantes cuando los servicios forestales correspondientes brindaron cuidados esmerados y prolongados a las plantaciones introducidas. Esto demuestra la imposibilidad de practicar estos métodos de forma intensiva con buenos resultados. Además, hay que tener en cuenta que el coste de estos métodos es incompatible con el reducido incremento de la productividad económica que se obtiene realmente.

Habida cuenta de la evolución actual de los países donde se realizaron estos tipos de plantaciones, cabe destacar el lugar que ocupan los diversos métodos de producción forestal.

No se debe perder de vista que la preservación del patrimonio genético y ecológico en superficies suficientemente extensas presenta un interés primordial y que esto puede lograrse creando parques nacionales y reservas de la biosfera, pero en el presente análisis no tomaremos en cuenta esta preocupación ni el papel de regulador climático e hidrológico de la selva.

Una de las principales características de la actividad humana en los países tropicales africanos es la movilidad: Movilidad de la agricultura que explota los suelos recuperados de la selva por deforestación hasta agotarlos, y luego se desplaza; movilidad de la ganadería y movilidad de las empresas forestales que explotan una zona forestal y luego se desplazan a otras zonas cuando las primeras ya se han agotado. Esta movilidad refleja una auténtica explotación minera de los recursos naturales, sin preocuparse por su renovación. Este tipo de actividad puede llevarse a cabo cuando los recursos disponibles son abundantes con respecto a la demanda, pero presenta graves peligros cuando las necesidades aumentan y los recursos son limitados. Las diversas actividades nómadas comienzan a competir entonces en el mismo territorio. Por ejemplo, cuando para las actividades agrícolas se quema un gran número de árboles en pie para disponer de nuevas tierras, no sólo se destruye cierta cantidad de productos forestales comercializables sino también la capacidad de producción forestal de dicha zona. Si no se controlan las actividades agrícolas nómadas, como sucede en Africa tropical, se corre el riesgo de aniquilar totalmente la selva y las actividades forestales de forma más o menos rápida, según la presión demográfica.

Para preservar los recursos y proteger el medio ambiente natural, fomentando paralelamente el desarrollo equilibrado del país, es indispensable reglamentar las diversas actividades humanas en el marco de un plan de ordenación del territorio. Dicho plan deberá distribuir geográficamente las actividades económicas en función de las diversas potencialidades, fundándose en el conocimiento preciso de las diferentes regiones. Por consiguiente, la elaboración de un plan de ordenación del territorio constituye una determinación de las actividades humanas. Este plan facilitará la preservación del medio natural y la gestión de los recursos.

Para determinar las actividades forestales es preciso crear un patrimonio forestal permanente. En este campo se podrán repartir igualmente las funciones de la selva geográficamente, según las potencialidades, en el marco de un plan de ordenación forestal. Si la explotación no se ejerce ya en nuevos territorios, el objetivo de los servicios forestales deberá ser la renovación de los recursos naturales. Las plantaciones (de cualquier tipo) y el tratamiento silvícola de la selva natural tras su explotación, son los métodos elaborados por los servicios forestales para que el patrimonio forestal permanente pueda regenerarse debidamente y mantener un nivel constante de productividad.

La evolución demográfica y económica de ciertos países de Africa tropical no permite en la actualidad que se inmovilicen superficies forestales de gran extensión. Las selvas residuales no producirán la cantidad de materia prima que requiere el desarrollo económico de estos países, incluso si se incrementa su productividad natural. Por consiguiente, será preciso recurrir a la repoblación intensiva de elevada productividad.

Para determinar el puesto que ocupan los diversos métodos, se debe distinguir tres tipos de situación.

A - La selva natural ha desaparecido completamente (o casi completamente)

Esto es lo que ha ocurrido, por ejemplo, en Guinea, Burundí, etc.

La producción forestal puede obtenerse únicamente mediante plantaciones intensivas de elevada productividad (ya sean públicas o privadas). Las últimas parcelas o masas de selva natural (si todavía queda alguna) deberán excluirse de esta producción para crear reservas integrales que desempeñen un papel ecológico de regulador climático e hidrológico y para constituir un patrimonio genético.

B - La selva natural sólo ocupa superficies limitadas y está sometida a fuertes presiones por parte de la agricultura nómada (por ej.: Costa de Marfil).

En tal caso se debe efectuar una ordenación del territorio y, dentro de este marco, delimitar un patrimonio forestal permanente. La mayor parte de la producción se obtendrá con plantaciones intensivas realizadas en terrenos que ya no presenten interés para la agricultura y que se incluirán en el patrimonio forestal permanente. El plan de ordenación forestal de las formaciones naturales deberá elaborar un auténtico programa de gestión de las masas correspondientes, previa cartografía e identificación de las potencialidades del territorio.

Dicho plan deberá prever todas las intervenciones, tanto cualitativas como cuantitativas, desde la regeneración hasta la explotación, pasando por las intervenciones silvícolas necesarias para obtener una producción constante de la materia prima seleccionada. La producción global será una combinación de la producción conocida y esperada de las repoblaciones artificiales y la producción más fluctuante de las selvas naturales.

C - La selva natural cubre todavía superficies de gran extensión y, sobre todo, no está sometida a ningún tipo de presión demográfica. Así ocurre con países como el Zaire, Congo, Gabón y Camerún.

En estas regiones, donde aún no se han explotado ciertas masas, toda la producción procede y seguirá procediendo por mucho tiempo más de la selva natural. Será preciso evaluar las potencialidades de las masas productivas, principalmente de las masas accesibles, y elaborar planes de ordenación que permitan obtener una producción continua mediante la gestión silvícola adecuada de estas masas. Las zonas que no se incluyan en los programas de producción, ya sea porque presentan una reducida potencialidad o debido a que su situación particular es primordial para el equilibrio ecológico, se integrarán en unidades de protección para garantizar su supervivencia.

Por consiguiente, actualmente se tiende a separar los métodos de producción de madera, favoreciendo las intervenciones artificiales intensivas en cuanto el potencial natural (ya sea por lo que respecta a su superficie o a su contenido) llega a un límite demasiado bajo. En caso contrario, se debe incrementar la dinámica de las masas naturales por medio de intervenciones cuya amortización requiere, obviamente, plazos más largos pero que permiten mantener una producción constante, variada y de menor coste. Dentro de este marco podría considerarse la reanudación de los trabajos de enriquecimiento. No obstante, los resultados arrojados por los primeros ensayos tienden a descartar esta técnica a favor del tratamiento de las masas naturales (ordenación, explotación y protección, combinados o no con intervenciones silvícolas de mejora).

2 - PLANTACIONES DE ENRIQUECIMIENTO EN LA SELVA SECA DENSA

21 - El medio forestal y los objetivos

La formación vegetal analizada en este apartado ya se describió en el capítulo 11, con arreglo a la definición adoptada con motivo de la reunión de Yangambi (Zaire) en 1956. La evolución de esta formación, al igual que para la selva densa húmeda, depende considerablemente del clima, que en este caso es del tipo sahelo-sudanés con una larga estación seca.

Por lo general, se trata de una selva densa semicaducifolia de dos pisos: el monte alto, formado por árboles de unos veinte metros de altura, y el sotobosque que presenta una composición sumamente densa de arbustos, plantas trepadoras y herbáceas.

Desdichadamente, estas selvas son degradadas con frecuencia, principalmente por los fuegos itinerantes, y se transforman en formaciones más abiertas del tipo sabanas arboladas.

El objetivo de estas plantaciones consiste en aumentar el potencial maderero para reconstituir estas masas, con objeto de incrementar su productividad y el interés económico que presentan, cuidando simultáneamente que su explotación se efectúe de forma conveniente.

Una vez más, el empleo que se dará a estas superficies se deberá determinar dentro del marco de una ordenación global, al igual que la gestión racional de estos recursos.

22 - El ejemplo de Casamance (Senegal)

En esta región, el Departamento de Investigaciones sobre la Producción Forestal del Instituto Senegalés de Investigaciones Agrícolas comenzó a efectuar ensayos de enriquecimiento para elaborar técnicas silvícolas que pudiesen integrarse en un método de ordenación.

221 - Método

En las selvas densas perennifolias se aplicaron diversas técnicas de mejora de las masas naturales. Se trata de métodos destinados a favorecer la regeneración natural, o bien de plantaciones artificiales en líneas realizadas en la selva, sin destruirla. No obstante, en la selva ecuatorial de Africa, estos métodos tropezaron con diversas dificultades, ya sea por el coste extremadamente elevado de las operaciones de limpieza cuando el vuelo no estaba cerrado debido a la competencia considerable del sotobosque, o por la reducida productividad de los trasplantes introducidos cuando el vuelo, que en este caso se había conservado, interceptaba la mayor parte de la luz.

En la selva seca de Casamance, el vuelo es mucho menos tupido y el sotobosque menos exuberante. La luz no constituye en este caso el factor principal de limitación y el sotobosque se puede controlar con mayor facilidad debido a la extensa duración de la estación seca. Por consiguiente, se intentó elaborar un método poco costoso que pudiese

aplicarse fácilmente en superficies de gran extensión. Con este objeto, se tomó como fundamento el método de las líneas preconizado por el profesor A. AUBREVILLE para la selva densa perennifolia de Costa de Marfil, pero con la diferencia que en este tipo de selva la intervención sólo tiene lugar a nivel del sotobosque y, por lo tanto, se asemeja al método Martineau (eliminación total del sotobosque dejando el vuelo intacto).

Con una topadora (bulldozer), o manualmente llegado el caso, se trazan líneas de dirección este-oeste para recuperar la luz en la medida de lo posible, con un espaciamiento que dependerá del vuelo forestal y de la densidad del sotobosque. El objetivo consiste en conservar al máximo el vuelo forestal y, por lo tanto, la topadora sólo elimina el subpiso herbáceo y arborescente, y serpentea entre los árboles del piso dominante. La topadora deberá también escarificar 60 cm de profundidad con su cuchara de 3 dientes. Acto seguido se realiza una plantación al tresbolillo en las líneas de escarificación, siendo el espaciamiento en la línea de 3 m y la separación de los dientes de la cuchara de 90 cm. La elevada densidad de los trasplantes en la línea permitirá hacer frente a las destrucciones posteriores debidas a la explotación futura del espacio entre líneas o bien a accidentes naturales. La anchura de la línea debe corresponder a la anchura de la cuchilla frontal de la topadora. Entre las topadoras que se sometieron a prueba para este tipo de operaciones, los mejores resultados se obtuvieron con topadoras de potencia comprendida entre 200 y 300 CV, equipadas con una cuchara de 3 dientes y una cuchilla frontal de 4 metros.

222 - Primeros resultados

Las pruebas se llevaron a cabo en la selva catalogada de Bayottes en Casamance (latitud 12°28'N - longitud 16°16'W - Altitud 20 m).

Pluviometría: 1936 - 1966 :	1 547 mm
	1977 : 1 700 mm
	1978 : 1 391 mm
	1979 : 1 194 mm
	1980 : 693 mm

Los enriquecimientos de 1977 (tabla 1) muestran que el método de plantación en líneas era satisfactorio, ya que permitió la reanudación del crecimiento de las especies locales. Los porcentajes son correctos pese al incendio forestal del mes de abril de 1978 que obligó a recortar la mayor parte de los trasplantes. En realidad, fueron las operaciones de limpieza, efectuadas regularmente, que permitieron obtener un buen comportamiento de estas especies ya que los trasplantes de las líneas atravesadas por el fuego fueron destruidos, mientras que los trasplantes simplemente agostados por el calor irradiado reanudaron su crecimiento a partir del tocón.

Tabla nº 1

Diversas especies introducidas en líneas en junio de 1977

H = Altura de los trasplantes en cm

% = Porcentaje de éxito

Especies	12.1977		12.1978		12.1979		12.1980	
	H	%	H	%	H	%	H	%
<i>Albizzia ferruginea</i>	51	100	61	87	70	93	63	83
<i>Bixa orellana</i>	55	99	73	60	97	61	121	52
<i>Erythrophlaeum guineensis</i>	20	96	51	78	97	76	132	76
<i>Antiaris africana</i>	25	92	32	62	43	73	38	75
<i>Azelia africana</i>	60	100	79	69	78	76	80	70
<i>Daniellia oliveri</i>	7	85	9	43	13	60	9	66
<i>Spathodea campanulata</i>	63	100	124	96	205	97	272	96
<i>Prosopis africana</i>	36	88	53	78	75	79	85	86
<i>Terminalia ivorensis</i> (introducido)	42	91	134	64	190	64	255	64
<i>Cedrela odorata</i> (introducido)	32	95	51	22	76	17	99	11
<i>Alstonia congensis</i> (local)	43	100	56	75	113	75	107	69
<i>Ailanthus malabaricum</i>	41	100	71	64	123	64	142	61

En 1978, se estableció una comparación sistemática de dos tipos de exposición, terreno desnudo y líneas, que incluía simultáneamente plantaciones en macetas y plantaciones de raíz desnuda. La tabla de los resultados (tabla nº 2) muestra que *Daniellia oliveri*, *Azelia africana*, *Erythrophlaeum guineensis* y *Antiaris africana* dan mejores resultados en línea que en terreno desnudo. *Terminalia ivorensis*, *Spathodea campanulata* y *Albizzia ferruginea* presentan un comportamiento interesante en líneas. Por otra parte, *Azelia africana* y *Erythrophlaeum guineensis* se pueden plantar fácilmente en raíces desnudas, método que resulta poco costoso y con el cual se han obtenido buenos resultados con estas especies.

Tabla nº 2

Comparación de dos tipos de exposición, en línea y en terreno desnudo
Resultados de las mediciones del mes de diciembre de 1979

Especies	A1		A2		B1		B2	
	H	%	H	%	H	%	H	%
<i>Khaya senegalensis</i>	121 Perforador	100	71 Perforador	72	85 Ramoneo	90	-	-
<i>Daniellia oliveri</i>	25	2	0	0	12	60	-	-
<i>Terminalia ivorensis</i>	170	89	82	58	146	89	-	-
<i>Cedrela odorata</i>	80	6	0	0	63	95	0	0
<i>Spathodea campanulata</i>	207 Ramoneo	95	101 Ramoneo	100	-	-	-	-
<i>Ceiba pentandra</i>	45 Ramoneo	77	65 Ramoneo	57	-	-	-	-
<i>Detarium senegalense</i>	29	220	47	36	37 Roedores	34	50 Roedores	28
<i>Parkia biglobosa</i>	-	-	-	-	-	-	0 Roedores	0
<i>Albizzia ferruginea</i>	69 Ramoneo	95	-	-	47 Ramoneo	100	37 Ramoneo	45
<i>Azelia africana</i>	49	48	70	25	40	60	48	45
<i>Alstonia congensis</i>	107	100	72	44	87	99	63	48
<i>Erythrophlaeum guineense</i>	72	85	-	-	78	95	67	60
<i>Prosopis africana</i>	63	85	-	-	53	84	43	14
<i>Antiaris africana</i>	41	67	0	0	48	90	10	4

Comentario: A = Terreno profundamente escarificado
B = Línea profundamente escarificada
C = Altura en cm

1 = macetas
2 = raíces desnudas
% = porcentaje de supervivencia

Por otra parte, se observó que el cañcedrat o Caoba de Senegal (*Khaya senegalensis*) es atacado considerablemente por el perforador de yemas (shoot-borer: *Hypsipyla Robusta Moore*) en terreno desnudo, mientras que resulta casi indemne en las líneas. Ahora bien, el cañcedrat es ramoneado por los animales de caza o por el ganado que anda rondando por la selva, al igual que *Spathodea campanulata*, *Ceiba pentandra* y *Albizzia ferruginea*. Estas especies también están sometidas al ramoneo en los terrenos desnudos, pero se pueden proteger con mayor facilidad cercando las plantaciones, operación imposible de realizar en las líneas. También se han observado otros ataques, tales como el anillado del cuello del *Detarium senegalense* por roedores indeterminados.

Este segundo ensayo confirma el interés que presenta este método, cuyo coste moderado permitiría enriquecer superficies de gran extensión y valorizar así las selvas naturales de Bajo Casamance. No obstante, se deben seleccionar las especies que se van a utilizar, pues en el caso contrario sería imposible protegerlas contra el ataque de los animales de caza. También se probaron otras técnicas de introducción (estacas altas) para evitar principalmente el ataque de los animales de caza.

En el mes de diciembre de 1975 se tomaron nuevas medidas, cuyos resultados se presentan en la tabla nº 3.

Tabla nº 3
Resultados del mes de diciembre de 1985

Especies	Año de plantación	H (m)	C (cm)	% vivos
<i>Albizzia ferruginea</i>	1977	1,3	-	9
<i>Afzelia africana</i>	1977	1,5	-	25
<i>Ailanthus malabaricum</i> (introducido)	1977	4,4	17,6	56
<i>Alstonia congensis</i>	1977	1,9	-	32
<i>Cedrela odorata</i> (introducido)	1977	1,4	-	10
<i>Erythrophlaeum guineense</i>	1977	3,5	12,0	71
<i>Prosopis africa</i>	1977	1,4	-	69
<i>Spathodea campanulata</i>	1977	5,6	23,9	94
<i>Alstonia congensis</i>	1976	1,8	-	12
<i>Cedrela odorata</i> (introducido)	1978	6,0	21,8	9
<i>Detarium senegalense</i>	1978	1,0	-	9
<i>Erythrophlaeum guineense</i>	1978	4,4	18,0	60
<i>Khaya senegalensis</i> (Thies, Senegal)	1978	3,2	13,9	90
<i>Khaya senegalensis</i> (Djibelor, Senegal)	1978	3,5	15,3	82
<i>Prosopis africana</i>	1978	1,7	-	28
<i>Spathodea campanulata</i>	1978	5,4	22,4	90
<i>Terminalia ivorensis</i>	1978	5,6	20,8	55

H = altura total

C = circunferencia a 1,30 m de altura

En 1979, para reducir aún más el coste de las líneas, se realizó un ensayo de siembra directa con ciertas especies locales y se compararon los resultados con la plantación en macetas. Con el método utilizado, es decir la implantación de 3 líneas al tresbolillo a 1 m de distancia y los emplazamientos a 3 m en la línea, se puede considerar que un 50 % de los emplazamientos ocupados es un porcentaje sumamente satisfactorio. Por lo tanto, la siembra directa es un método muy interesante para *Azelia africana*, *Erythrophlaeum* y *Khaya senegalensis*.

En 1980 se abordaron las técnicas de limpieza en línea y se presentaron varias posibilidades: limpieza manual (eficaz pero costosa), limpieza mecánica mediante un pulverizador de discos que encuadre la línea de plantación en el centro de la línea (interesante), limpieza química que plantea el problema de la elección de los productos, pero que puede ponerse fácilmente en práctica. Las operaciones de limpieza deben llevarse a cabo en los dos o tres primeros años, según las especies que se hayan introducido.

En 1983 se tomó la decisión de plantar exclusivamente tallos altos (de 1,8 m a 2 m de altura) para evitar que los trasplantes fueran ramoneados por los animales de caza.

En 1985, 1986 y 1987 se realizaron tres ensayos de plantación con tallos muy altos en fajas que ya se habían abierto, donde todos los trasplantes introducidos habían desaparecido en los años anteriores. Los trasplantes, criados en vivero durante 3 años, se plantaron a 2 x 2 m ó 1,5 x 1,5 m. La reanudación del crecimiento resulta por lo general bastante difícil, sobre todo durante la estación seca. Con esta técnica se obtuvieron resultados satisfactorios con *Azelia africana*, *Albizia ferruginea*, *Antiaris africana*, *Clorophora regia*, *Erythrophlaeum africanum*, *Khaya senegalensis*.

223 - Extensión del método

Los ensayos demostraron que, mediante una inversión moderada, era posible enriquecer una selva guineana seca, sumamente degradada, con especies valiosas. Esta técnica de enriquecimiento se utilizó en el marco de la ordenación del bosque de Tobor, en Senegal (Proyecto PNUD-FAO).

Integración de esta técnica en una ordenación forestal:

Puesto que el método de tratamiento se caracteriza por la búsqueda de una estructura elemental determinada a partir de un tipo específico de masa, las técnicas de enriquecimiento que hemos descrito se integran en el marco de un método de ordenación para que la masa adquiriera una estructura global de monte bajo con resalvos de uno o dos pisos.

Así, por orden cronológico, las diversas intervenciones programables serán las siguientes:

- despeje de las especies valiosas preexistentes y, llegado el caso, aprovechamiento de las especies que ya han alcanzado la madurez, velando al mismo tiempo por su regeneración natural;

- enriquecimiento en líneas de dirección este-oeste (densidad, formación de la riqueza;
- despeje y raleo de las especies introducidas y, llegado el caso, aprovechamiento de las especies que han alcanzado la madurez en el espacio entre líneas;
- de ser necesario, nueva operación de despeje en la línea;
- segundo enriquecimiento en líneas, ya sea en dirección norte-sur, o bien en la misma dirección que los enriquecimientos precedentes y trazados en el espacio entre líneas;
- despeje, etc.

Los primeros resultados pusieron de relieve la heterogeneidad de la reanudación del desarrollo y el crecimiento de las especies introducidas según las manchas de luz presentes en la línea. Este resultado condujo a preconizar la técnica de plantación en parcelas de ensayo para aprovechar las manchas de luz como método de enriquecimiento en el marco de una ordenación, pero esta técnica no se sometió a prueba experimentalmente.

23 - Otra experimentación en Senegal

El Proyecto de Ordenación y de Repoblación de las Selvas del Centro-Este de Senegal (PARCE) creado en 1982 mediante una financiación del Banco Mundial, del Fondo Francés de Ayuda y Cooperación, la Caja Central de Cooperación Económica de Francia, la FAO y el gobierno de Senegal, tenía por objeto inicialmente realizar, entre otras operaciones, una plantación total de 2 000 hectáreas de *Eucalyptus camaldulensis*. No obstante, debido a la mala calidad de los suelos de esta zona y a las incertidumbres climáticas, el proyecto tuvo que orientarse hacia la reintroducción de especies locales por medio de plantaciones en fajas. El déficit pluviométrico en el período de 1969-1983 fue de unos 150 mm/año respecto a los promedios de los años anteriores en la región de Kaffrine. La disminución de la pluviosidad agravó el reducido potencial de los suelos para las repoblaciones con especies tropicales.

La repoblación de la selva natural, degradada en algunos casos hasta quedar reducida al estado de sabana arbolada con árboles extremadamente diseminados, se emprendió con las técnicas de siembra directa y de plantación.

En 1985, las superficies tratadas mediante siembra directa fueron de 65 hectáreas. El método consistió en efectuar una escarificación profunda del suelo a 60 cm de profundidad con una cuchara de escarificadora de 3 dientes, al comienzo de la estación seca. El suelo se trabajó entre y en torno a los árboles más gruesos y se conservaron los árboles engendrados por regeneración natural, formados principalmente por *Combretum spp.* Las siembras se realizaron a voleo para *Anogeissus leiocarpus* y por pequeños hoyos para las demás especies (en total se sembraron unas quince especies).

Los resultados fueron relativamente satisfactorios en aquellas parcelas donde se realizaron operaciones de limpieza. Las germinaciones se desarrollaron correctamente en las zonas donde el resalvo herbáceo era poco importante (ya sea porque se controló con las operaciones de limpieza, o bien debido a que era naturalmente menos denso que en las parcelas vecinas). No obstante los resultados se caracterizan por una gran heterogeneidad. En las zonas que presentan un resalvo herbáceo tupido, no se observa ninguna plantula. Desdichadamente, los datos disponibles a propósito de la cantidad de semillas sembradas por hectárea son sumamente incompletos. Estos datos no se confirman en ciertas parcelas donde también se efectuaron operaciones de limpieza. Sería interesante seguir la evolución de estas plantaciones de enriquecimiento, pero el seguimiento y las operaciones de limpieza plantearán serios problemas, ya que resulta difícil localizar las líneas de escarificación (debido a que la topadora no siguió un trayecto rectilíneo para evitar la vegetación in situ).

Para las superficies enriquecidas mediante plantaciones, se preparó el suelo de la misma forma pero, además, abriendo hoyos en el momento de la plantación. La vegetación leñosa se conservó y el espaciamiento entre los trasplantes fue de 6 x 8 m. Cuatro meses después de haber efectuado la plantación, los porcentajes de supervivencia para las especies sometidas a prueba oscilan entre un 44 % para el *Detarium microcarpum* y un 100 % para el *Tamarindus indica*.

En la tabla 4 se presenta un resumen de los porcentajes de supervivencia en el mes de noviembre de 1987, o sea dos años y medio después de haber efectuado la plantación.

Tabla nº 4

Especies	Mayo de 1987		Noviembre de 1987	
	% de supervivencia	Altura media de árboles vivos (m)	% de supervivencia	Altura media de árb. vivos (m)
<i>Pterocarpus lucens</i>	*	*	40	0,83
<i>Detarium microcarpum</i>	6	0,48	6	0,55
<i>Tamarindus indica</i>	86	0,75	90	0,95
<i>Cordyla pinnata</i>	10	0,15	10	0,45
<i>Albizzia chevalieri</i>	64	0,73	54	1,05
<i>Prosopis africana</i>	48	0,94	48	1,14

* Ciertas especies completamente deshojadas reducidas al estado de ramillas no pueden contabilizarse al final de la estación seca, debido a la dificultad que presenta su identificación.

24 - Comentarios

Al contrario de las selvas densas húmedas, en este caso la luz no constituye el principal factor de limitación. En efecto, en las selvas densas secas ya no es preciso buscar una iluminación adecuada ya que el medio donde se efectúa la intervención es por sí mismo una formación vegetal sumamente abierta. En cambio, las variaciones climáticas, sobre todo la irregularidad de la pluviosidad, constituyen un factor determinante para introducir con éxito especies diversas.

El enriquecimiento por siembra directa parece inadecuado a las condiciones de esta región, si se tiene en cuenta principalmente la abundancia de la vegetación herbácea.

La plantación de tallos altos (de 1,8 m a 2 m) da mejores resultados, a condición de que escapen a la sequía. Al preparar el suelo se debe evitar el decapado mediante topadora. Por otra parte, se debe facilitar la identificación de los trasplantes mediante fajas rectilíneas o con estacas.

Generalizando, se puede considerar que el éxito de estas operaciones depende principalmente de dos factores preponderantes que es preciso controlar perfectamente. Estos factores son:

- la limpieza de las zonas plantadas durante varios años según la plantación y, acto seguido, raleos en las líneas cerradas,
- la protección contra los incendios forestales devastadores y contra el ataque del ganado nómada.

Pese a su carácter intensivo, este método requiere importantes medios financieros debido a las intervenciones que es preciso efectuar a posteriori.

Podría considerarse la posibilidad de utilizar los métodos de enriquecimiento artificial extensivo exclusivamente en las zonas considerablemente degradadas, pero las especies que pueden desarrollarse correctamente en esta zona son en realidad, como las autóctonas, especies productoras de madera de leña. Por esta razón, las inversiones resultan relativamente poco valorizables y, con mayor razón, si se tiene en cuenta que la regeneración natural de las especies locales es más dinámica y casi suficiente si se protegen las parcelas de forma apropiada.

Con frecuencia, un pastoreo debidamente programado, seguido de una rotación en la utilización de las parcelas, basta para regenerar el potencial de las selvas en las zonas secas.

En las regiones de Senegal favorecidas por el clima, como por ejemplo Casamance, se puede esperar obtener enriquecimientos de madera de construcción.

Todas estas experimentaciones presentan la ventaja de ser recientes y, sin lugar a dudas, abren nuevos horizontes si se combinan con investigaciones complementarias. No obstante, se puso claramente de relieve que todas las intervenciones deberán formar parte de un programa coherente, resultado de un plan de ordenación global que determinará de forma apropiada el destino de las parcelas o de las masas para efectuar debidamente la gestión de los recursos con las inversiones adecuadas.

3 - ASPECTO ECONOMICO DE LAS PLANTACIONES DE ENRIQUECIMIENTO EN EL OESTE DE AFRICA

En las selvas tropicales se utilizaron numerosos métodos para tratar de reconstituir el potencial productivo degradado de estas selvas y para que las masas correspondientes pudiesen conservar un valor económico indiscutible.

Las técnicas empleadas fueron numerosas, variadas y evolutivas en el tiempo, principalmente por lo que respecta a las selvas tropicales densas húmedas.

En 1965 pudo efectuarse un estudio comparativo entre los métodos utilizados hasta esa fecha. En la tabla siguiente se resume el escalonamiento de las operaciones en el tiempo y su incidencia económica evaluada en unidades de obra (hombres/día - HD -, horas de intervención de la maquinaria, litros de gasóleo para la desvitalización) para facilitar las comparaciones. La mano de obra que se deberá asignar a los servicios generales no se incluye en esta tabla debido a su carácter extremadamente variable según las condiciones de instalación. No obstante, un promedio de 10-15 HD/ha parecería razonable.

Esta tabla requiere ciertos comentarios:

- Un método de silvicultura natural (S.N.) se compara también con los métodos de silvicultura artificial (S.A.). Se trata del Tropical Shelterwood System, que es un método representativo de las operaciones de regeneración natural en este medio (véase el capítulo 1).

- Los raleos no se mencionan en la tabla, ya que en esta época este tipo de intervención se había realizado en muy pocas masas.

Más tarde se realizaron raleos en ciertas masas (por ejemplo *Tarrietia utilis* en Costa de Marfil) pero los costes de producción varían considerablemente según el porcentaje de supervivencia de las masas, las operaciones de limpieza que se hayan efectuado y la reacción de la selva local y, por lo tanto, es imposible calcular un valor promedio.

La comparación entre los diversos métodos debe efectuarse a partir de los siguientes aspectos:

- El coste de las operaciones. este criterio da una ventaja considerable a los métodos de silvicultura natural, al método Taungya y al método de las líneas modificado; luego sigue el método convencional de plantación en líneas y, en último lugar se agrupan los métodos: Limba, Okumé y resalvo (la técnica Limba no requiere raleos y por tal razón su coste es idéntico al de los otros métodos).

- La duración de las operaciones: por lo que respecta a la duración, los métodos se clasifican en el orden contrario exactamente (salvo el Taungya que en este caso ocupa el primer lugar).

- Número de trasplantes producidos: Mientras que el TSS y el método de plantación en líneas sólo tratan de introducir entre 100 y 150 árboles por hectárea para obtener finalmente entre 25 y 40, los demás métodos prevén entre 60 y 100 árboles por hectárea al final de la plantación. Sin embargo, sería conveniente interpretar estas cifras en volumen de madera producido por hectárea al final del turno. Si se considera que para un árbol maduro la cubicación en rollo es de 3 a 6 m³ según las especies, se puede esperar un volumen final que oscila entre 75 y 200 m³/ha para el TSS y el método de plantación en líneas, mientras que para los demás métodos el volumen final oscila entre 200 y 400 m³/ha.

- Rapidez de crecimiento: los datos no son precisos a este respecto, pero parece que con las técnicas de Taungya, Limba, Okumé y resalvo se obtuvieron mejores resultados que con el TSS y las líneas.

Tabla nº 5

Comparación del coste de los métodos de enriquecimiento utilizados en la selva tropical densa húmeda

Tipo de operación efectuada	Unidades de obra por ha (tiempo en HD)						
	T.S.S. convenc.	Taungya	Limba	Okumé	Líneas convenc.	Líneas modif.	Resalvo
Parcelaria; prospección	2	2	2	2	2	2	2
Primer año: S.N.: corta de plantas trepadoras, desvitalización S.A.: viveros, destrucción de la selva, plantación, despeje	10	32 a 36	69	29 4-5 h Topad.	25 a 35	28 a 39 y 130 l gasóleo	56 a 62 y 130 l gasóleo
2º año: S.N.: desvitalización, plantas trepadoras	6	-	8	12	2	3 a 4	3
S.A.: despeje	y 30 l gasól.	-	-	-	-	-	-
3er año: S.N.: despeje o aprovechamiento S.A.: despeje	4	-	10	12	5	3 a 4	7
4º año: S.N.: despeje	3	3	9	8	3	3 a 4	7
S.A.: despeje	-	-	-	-	-	-	-
5º año: S.N.: despeje	3	3	7	-	5	3 a 4	6
S.A.: despeje	-	-	-	-	-	-	-
6º año: S.N.: despeje, aprovechamiento S.A.: despeje	6	-	9	-	3	3 a 4	6
7º año: S.N.: despeje	3	-	-	-	5	3 a 4	-
S.A.: despeje	-	-	-	-	-	-	-
8º año: S.N.: despeje	3	-	-	-	3	-	-
S.A.: despeje	-	-	-	-	-	-	-
9º año: d"	3	-	-	-	5	-	-
10º año: d"	3	-	-	-	3	-	-
Total (HD)	46 30 l gasól.	40 a 44	114	63 4-5 h Topad.	61 a 77	48 a 59 y 130 l gasóleo	87 a 93 y 130 l gasóleo

En la tabla nº 6 se presenta un resumen de los diferentes elementos de comparación:

Tabla nº 6
Comparación de los métodos de enriquecimiento en la selva tropical densa húmeda

Métodos	Coste de las operaciones	Duración	Número de trasplantes		Volumen m ³ /ha	Velocidad de crecimiento	Turno
			En el momento de la plantación	Definitivo			
T.S.S. ...	46 HD + 30 l gasól.	10	100	25 a 50	75-200	mediocre	75-100
Taungya ...	40 a 44 HD	5	400	60 a 100	200 a 400	excelente	40-60
Limba	114 HD	6	60-65	60-65	200 a 400	excelente	40
Okumé	63 HD + 4-5 h maq.	4	500	60-65	200 a 400	excelente	60
Líneas convenc. ..	61 a 71 HD	10	130 a 200	25 a 50	75-200	mediocre	75-100
Líneas modific. ..	48 a 59 HD + 130 l gasól.	7	130 a 200	25 a 50	75-200	buena (?)	60-75
Resalvo ...	87 a 93 HD + 130 l gasól.	6	400	60 a 100	200 a 400	Excelente (?)	40-60

Finalmente, se debería tomar como criterio de comparación la relación que existe entre la inversión y la productividad media a la edad madura. Cuando se efectuaron estas primeras comparaciones no se tenían datos suficientes acerca del crecimiento de las masas naturales y artificiales, para evaluar las ventajas que presenta cada método.

Para las selvas densas secas disponemos de cifras más recientes, ya que se obtuvieron con motivo de las operaciones de la campaña realizada en 1987 en Senegal, para plantaciones de enriquecimiento en fajas (300 hectáreas, a razón de 178 trasplantes/ha). Desdichadamente no se pudieron diferenciar los costes de las diversas operaciones. Por consiguiente, los gastos globales por hectárea tratada son:

- Mano de obra 22 HD
- Maquinaria:
 - Topadora de orugas 250-300 CV 0,7 hora
 - Topadora de orugas 150-200 CV 0,4 hora
 - Tractor agrícola de ruedas (60-90 CV) 1,5 hora

Para las operaciones de enriquecimiento propiamente dichas, fundadas en la introducción artificial de elementos productivos, se utilizaron durante mucho tiempo métodos extensivos que requerían cuidados repetidos para aumentar las posibilidades de supervivencia de los jóvenes trasplantes. Por consiguiente, se precisaba un gran número de mano de obra durante largos períodos de tiempo, cuya experiencia en el campo silvícola era limitada, lo cual disminuía considerablemente la rentabilidad de las operaciones si se tiene en cuenta que, en algunos casos, resulta difícil calcular con precisión el grado de intervención que requieren estos métodos.

Naturalmente, la evolución hacia los métodos más intensivos de transformación de selvas no redujo los costes por hectárea, pero en cambio permitió concentrar las operaciones en el espacio y en el tiempo y, fundamentalmente, permitió controlar las inversiones con mayor eficacia. La economía de las repoblaciones forestales se conoce perfectamente y su rentabilidad puede evolucionar con relativa facilidad, sobre todo si se trata de especies que presentan turnos de duración corta o mediana.

Las cifras de las tablas anteriores muestran que los métodos que recurren a la regeneración natural requieren medios financieros menos onerosos en los primeros tiempos en cualquier caso y que, por consiguiente, los responsables del desarrollo forestal deberían haberles dado preferencia. No obstante, su coste real habría sido más elevado si se hubiesen efectuado las operaciones de limpieza y de despeje necesarias.

En la selva de Yapo, en Costa de Marfil, se pudo seguir la evolución de experimentaciones limitadas de enriquecimiento por plantaciones en la selva natural durante un período de tiempo bastante largo. Estas experimentaciones permiten concluir que el incremento de la productividad representa un 50 % aproximadamente.

En el marco de la FAO, en 1976, se emprendió la realización de un estudio económico de la ordenación de las selvas naturales utilizando los métodos existentes para mejorar su productividad, gracias a cierto número de intervenciones de la misma índole. Este estudio es lo suficientemente preciso y explícito por sí mismo y, por lo tanto, no se analizará en detalle en este documento. No obstante, cabe citar ciertas cifras de comparación, resultantes de diversos estudios realizados igualmente por la FAO, que estiman que a los 30 años de edad una selva natural requiere una inversión de 5,6 US dólares para la producción de un m³ suplementario, mientras que la repoblación requiere 7,4 US dólares para producir un m³ suplementario en el mismo plazo. Según diversas estimaciones efectuadas recientemente, la inversión necesaria es de 12 US dólares.

En algunos casos, el interés que presenta la ordenación de las selvas naturales puede disminuir debido a los inconvenientes que representa la necesidad de disponer de superficies de gran extensión, la movilización de grandes capitales, la lentitud y la incertidumbre de los resultados de los tratamientos silvícolas, etc.

Actualmente, se ha desatado un debate de carácter económico, principalmente entre el incremento de la producción de madera homogénea, mediante la transformación total de la selva natural a través de repoblaciones intensivas, y la restauración del potencial productivo de la selva natural mediante intervenciones silvícolas. Por ende, se han descartado totalmente las operaciones de enriquecimiento, especialmente en la selva densa húmeda, debido principalmente al coste considerable de instalación y de seguimiento y a la producción reducida de materia prima.

Nos permitimos recordar que en el marco de una economía general, las técnicas que se decidan emplear deberán formar parte de un plan de ordenación global que integre todos los datos socio-económicos, incluso aquellos datos que no se pueden cuantificar para calcular la rentabilidad o cuyos efectos sólo pueden apreciarse a largo plazo.

Segunda parte AMERICA TROPICAL

1 - INTRODUCCION

Con excepción de las plantaciones realizadas en Puerto Rico y en Surinam, las plantaciones de enriquecimiento en América tropical no cumplieron con los cinco requisitos necesarios y las ocho especificaciones técnicas enunciadas por DAWKINS (1966 - Anexo 2) y, por consiguiente, la mayor parte de estas plantaciones fueron un fracaso total sumamente costoso.

En este informe, Cedro significa *C. odorata* y *Swietenia, S. macrophylla*, sino el texto atribuye el nombre correspondiente a las demás especies. Las descripciones mencionadas en la bibliografía se retoman según el orden alfabético de los países correspondientes.

El presente informe se realizó a raíz de un proyecto preparado por el "USDA Institute of Tropical Forestry" cuando el autor se encontraba en el "Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza" (CATIE) en Turrialba, Costa Rica, en el marco de una cooperación técnica por cuenta de "UK Overseas Development Administration". Este proyecto fue aprobado y utilizado por WEAVER (1987).

2 - DISTRIBUCION GEOGRAFICA Y DESCRIPCION DE LAS TECNICAS

21 - Brasil

* Territorio Federal de Amapa

En 1955, Paul LEDOUX creó la estación experimental de Mazagao. El cedro se plantó en selva secundaria según el "método de plantación en líneas" utilizado en los países francófonos de Africa. Según LEDOUX y LOBATO (1972) no se detectó nunca la presencia de *Hypsipyla* en estas líneas. Tras estos resultados, LEDOUX introdujo también en líneas la *Swietenia* entre 1967 y 1968 en Irda, Campo Verde (Porto Platon) Amapa, pero no se tiene ningún resultado de estas plantaciones. LEDOUX se marchó de Mazagao en 1969 y, en 1976, presentó una comunicación personal confirmando que no poseía ningún dato relativo al crecimiento de estas plantaciones.

John PITT (1961) emprendió la realización de ensayos de plantaciones de enriquecimiento en cuatro emplazamientos de la región del Amazonas:

- Comissão Brasileira - Americana (CBA), Santarem: los ensayos se iniciaron en 1956-58 y actualmente se han abandonado.

- Centro de Treinamento en Maderas, Santarem: los ensayos se iniciaron en 1956-59 y actualmente se han abandonado.

- Porto Platon, Amapa: los ensayos se iniciaron en 1956-60 y actualmente se han abandonado.

- La mayor parte de las operaciones se concentraron en el emplazamiento principal del proyecto de la FAO en Curua-Una.

En Porto Platon se realizaron plantaciones con un espaciamiento de 10 x 10 m entre 1957 y 1958 y, en 1959, se repusieron marras. No obstante, la zona de sombra inicial era demasiado extensa y la mayor parte de los trasplantes había muerto en el mes de mayo de 1960. Así, se sometieron a prueba once especies (PITT, 1961, página 68). El Anexo VIII (páginas 49-60) del informe de PITT presenta datos cuantitativos a este respecto.

* Estado de Para (Santarem)

En el CBA, Santarem, se enriquecieron cuatro parcelas de ensayo en el vuelo forestal, en selva secundaria, mediante plantaciones de 10 x 10 m. En el informe de PITT de 1961 (página 60) se presentan los resultados obtenidos con seis especies.

en el CTM, Santarem, se enriqueció una pequeña superficie de selva secundaria pobre con un espaciamiento de 2,5 x 5 m. Se obtuvieron buenos resultados con la *Gmelina arborea*, regulares con *Albizzia lebbek* y se fracasó en mayor o menor grado con otras nueve especies (páginas 62-64).

* Estado de Para (Curua Una)

PITT efectuó personalmente pruebas de plantación en parcelas de ensayo en zonas quemadas de la selva (página 40). Así, se sometieron a prueba ocho especies con distancias de 4-5 m entre las parcelas. El incremento inicial de altura era de 1,5 a 2 m.

También se plantaron dieciocho especies en 45 km de líneas de 2 a 3 m de anchura a 20 m de distancia, siendo el espaciamiento en la línea de 5 m. Si había plantas in situ a 1 ó 2 m del punto de plantación no se realizaba ninguna introducción artificial.

Asimismo, se realizaron ensayos en suelos arcillosos del cuartel D y en los suelos arenosos del cuartel N (páginas 49-50).

Jean DUBOIS estuvo en Curua Una de 1962 a 1967 y regresó en 1968 y 1969. En 1971, mencionó en su informe la evolución de los ensayos hasta el mes de marzo de 1969. Todas las plantaciones de 1958-60 fueron un fracaso. Según DUBOIS, este fracaso se debe principalmente a tres motivos:

- La reducción del área basal inicial por explotación era demasiado reducida.
- La desvitalización no aclaró suficientemente el vuelo para estimular el crecimiento inicial de los trasplantes introducidos.
- El resalvo de los trasplantes era demasiado reducido en el momento de la plantación.

Las técnicas utilizadas descritas por DUBOIS son: las plantaciones en parcelas de ensayo de Anderson (páginas 37-38) y las siembras directas (pág. 39). Las parcelas de Anderson están formadas por 13 trasplantes dispuestos geométricamente, con un espaciamiento de 0,5 a 1 m entre los trasplantes y de 25 a 50 m entre las parcelas.

DUBOIS menciona también en su informe un ensayo de apertura mecanizada de líneas (págs. 34-35). Un tractor D6 abre la línea y escarifica el suelo con los dientes de la escarificadora en 2 pasadas.

La especie *Bagassa guineensis* se plantó en líneas y en parcelas de ensayo. Cuatro años después de la plantación, la altura total promedio en esta plantación de ensayo (CE/RA/76) era idéntica en los suelos labrados o sin labrar.

ARAUJO (1974) menciona que el mismo año las plantaciones de enriquecimiento cubrían 150 hectáreas en Curua Una y que la oficina de control SUDAM contaba ampliar la plantación de 75 hectáreas para *Bertholletia excelsa*, *Aniba duckei* y *A. Roseadora*.

LOWE (1980) indica, curiosamente, que se iniciaron recientemente plantaciones de enriquecimiento, con éxito para *Carapa guianensis* bajo cubierta, pero que las plantaciones de cedro bajo cubierta y en plena luz fueron un fracaso.

* Estado de Para (Bragança)

ALBRECHTSEN (1974) y PRODEPEF (1976) analizan los ensayos realizados en la región de Bragança, al este de la región amazónica. Esta operación fue dirigida por DUBOIS en tres emplazamientos. Los ensayos consistieron en enriquecer un terreno de barbecho bajo, resultado de un gran número de deforestaciones e incendios de principios de siglo, con parcelas de Anderson y plantaciones individuales. Las parcelas, situadas a 10 x 10 m de centro a centro, estaban formadas por 13 árboles a una distancia de 1 m, como en el caso anterior. La mayor parte de los ensayos integraban siete parcelas aleatorias por especie. Además, se realizaron plantaciones en líneas de 1 m de anchura, equidistantes de 8 m, con un trasplante cada 3 m. Por cada especie se efectuaron 12 repeticiones. También se previeron raleos antes y después de la plantación, para preservar un vuelo ligero formado por árboles de dimensiones y copas medianas.

En el informe de PRODEPEF de 1976 se indican los valores más recientes relativos a la altura y a la densidad residual por especie y por tipo de ensayo para dos de los tres emplazamientos de ensayo. La edad de los trasplantes en el momento en que se efectuó esta estimación oscilaba entre 6 y 27 meses.

El tercer emplazamiento de ensayo, Taira de Bragança, presentaba plantaciones a 5 x 5 m y parcelas de Anderson con trasplantes equidistantes de 2 m. En 1974 se implantaron 30 líneas de 20 trasplantes cada una y entre 5 y 10 series de parcelas de Anderson, bajo un vuelo ligero formado por una selva secundaria de 6 a 7 m de altura. En el informe PRODEPEF no se da ninguna indicación relativa a estos ensayos, probablemente porque se quemaron durante el incendio de 1976. Los ensayos en la región de Bragança se realizaron en el marco de 2 proyectos de PRODEPEF:

- 8.048.1 "estudas de tecnicas de plantio para especies nativas de valor comercial de regio Amazonica".
- 8.050.2 "Seleção de especies nativas promissoras para atividades de reflorestamento em função de suas características silviculturais".

* Estado de Para (Belterra y Flona Tapajos).

En 1971, DUBOIS (pág. 40) preconizaba la utilización del "método del resalvo" según CATINOT, con espaciamentos de 4 x 4 m a 6 x 6 m. Así, se realizaron dos ensayos en Belterra en 1976, descritos por GAZEL YARED y CARPANEZZI (1981). El medio forestal estaba formado por una selva secundaria de 22 a 25 m de altura, resultado del abandono de una plantación de *Hevea brasiliensis* 25 años antes. Sobre arcilla dura, el área basal de la masa inicial era de 25 m²/ha.

Cada ensayo de una superficie de una hectárea incluía 5 repeticiones para 5 especies, según un modelo RCB, con parcelas de 25 trasplantes espaciados de 4 x 4 m. Dos meses antes de la plantación, se apearon manualmente los árboles indeseables de diámetro inferior a 20 cm y se redujo su copa. Los árboles de diámetro comprendido entre 20 y 30 cm se anillaron y los de diámetro superior se desvitalizaron con una mezcla de Tordon 155 y aceite usado, 20 meses después de la plantación. Once meses más tarde fue preciso proceder a una segunda desvitalización en unos 130 pies/ha, pues la primera resultó insuficiente.

En la selva se efectuaron raleos entre las líneas 41 meses después de la plantación y se repitió la operación 8 meses más tarde. Tras el cuarto año se tomaron diversas medidas en las parcelas. Para cada una de las cien especies correspondientes se evaluó la densidad residual, el diámetro medio y la altura media. También se observó una disminución del crecimiento debido probablemente a que la desvitalización y las operaciones de limpieza se efectuaron demasiado tarde.

El mismo tipo de experimentación que en Bragança (véanse las páginas anteriores), utilizando las mismas especies y otras suplementarias, se llevó a cabo entre 1975 y 1976 en Flona Tapajos, km 53 rodovia Santarem Cuiaba. En el informe PRODEPEF de 1976 se clasifican las especies en 5 grupos según los resultados iniciales, pero no se presenta ningún dato cuantitativo (págs. 42-43) y, sobre todo, no se establece ninguna distinción entre los ensayos bajo cubierta y los ensayos en plena luz.

También existía un tercer proyecto que no se distinguía claramente de los anteriores:

- 3.007.1 "Conversao de copoerias em povoamentos de rendimento".

Este proyecto se había llevado a cabo en una selva secundaria de unos 14 años, resultado de la reconquista de una granja que había servido en el pasado para producir víveres para los obreros de la explotación forestal. Se utilizaron cuatro técnicas:

- método del resalvo
- variante congoleza "Mafuku" del método precedente
- parcelas de Anderson
- Método de plantación en líneas

En el método del resalvo el espaciamiento de los árboles era de 4 x 4 m.

Los montículos mafuku tenían entre 60 y 80 cm de diámetro, con espaciamientos de 3 x 3 m en plantación al tresbolillo. No obstante los árboles se plantaron en los montículos a 5 x 5 m y el resto del suelo se utilizó para cultivar batata, maíz, arroz y bananas. Aparentemente no se reunieron datos relativos a estos ensayos. Sin embargo, el informe PRODEPEF de 1976 señala un buen crecimiento inicial de *Cordia goeldiana*, *Didymopanax morototoni* y *Eterolobium maximum*. Para este último el porcentaje de germinación por siembra directa fue de un 51 %.

En total se efectuaron ensayos con once especies según el método del resalvo (incluyendo la variante), trece según el método de las parcelas de Anderson espaciadas de 6 x 6 m a 10 x 10 m y cinco especies según el método de las líneas.

LOWE (1980) observó que *Carapa guianensis* plantada en línea en el km 53 de Flona Tapajos, alcanzaba una altura de 8 m en 5 años. Sin embargo, las plantaciones se interrumpieron por falta de medios financieros. En Belterra, LOWE indica igualmente un crecimiento correcto en plantaciones de enriquecimiento de las especies siguientes: *Bagassaa*, *Carapa*, *Cordia*, *Didymopanax*, *Jacaranda copaia* y *Swietenia*. En las parcelas de Anderson *Hymenea* (probablemente *H. courbaril* plantado en 1976) alcanzaba entre 2 y 4 m de altura y estaba mejor formado que al efectuar las observaciones a la edad de 2 años. *Vochysia maxima*, plantado en 1977, alcanzaba entre 3 y 4 m de altura.

* Estado de Amazonas

VOLPATO, SCHMIDT y ARAUJO (1973) realizaron una síntesis de las plantaciones de enriquecimiento que se efectuaron en INPA'S Reserva Ducke cerca de Manaus, donde se plantaron doce especies en parcelas cuadradas de 25 individuos plantados a 5 x 5 m.

En la selva que no se había explotado se anillaron los árboles maduros y las especies que no presentaban ningún interés comercial y se talaron los árboles de menos de 20 cm de diámetro. Al contrario de las plantaciones de Curua Una y de Flona Tapajos donde se realizaron contadas operaciones de limpieza, las líneas de Reserva Ducke se limpiaron anualmente, pero los obreros encargados de efectuar este trabajo estaban mal supervisados y no se preocuparon por obtener el grado de vuelo necesario a estas plantaciones. Por consiguiente, aunque *Carapa guianensis*, *Cedrelinga catenaeformis* y *Goupia glabra* mostraron un crecimiento satisfactorio, es poco probable que hayan podido alcanzar su potencial máximo. Para las plantaciones de 3 a 8 años de edad, se midieron la altura media y la densidad residual media, y para las plantaciones de 7 a 8 años de edad se midió también el diámetro medio además de los parámetros anteriores.

Entre 1962 y 1969, se implantaron unas 26 hectáreas de ensayos de diversas especies en Reserva Ducke. La mayor parte de las plantaciones de ensayo tenían una extensión que oscilaba entre 1/4 hectárea y una hectárea. Los árboles se habían plantado bajo el vuelo de la selva natural y el subpiso se había talado o se había eliminado por anillado antes de la plantación. No obstante, estas plantaciones extremadamente cerradas no se consideraban ensayos de enriquecimiento. En Reserva Ducke igualmente, ARAUJO implantó de 1962 a 1966 una parcela de ensayos gemela que consistía en talar la selva natural en la mitad de la parcela y en eliminar únicamente las plantas trepadoras y las palmeras en la otra mitad. Acto seguido, se abrieron líneas a 5 m de intervalo en cada mitad de la parcela y se plantaron 21 especies, a razón de una por línea, con un espaciamiento de 2,5 m para que 15 árboles por especie estuviesen en la sombra y 15 en pleno sol. ALANCAR y ARAUJO (1980) trazaron las curvas de la altura total promedio y de la densidad residual según la edad, de 1970 a 1978, y un histograma de los diámetros promedios en 1978 para cada especie en cada uno de los dos medios. Las operaciones de limpieza en las líneas se efectuaron dos veces por año. El tiempo cumplió perfectamente con su función con la diferencia de crecimiento considerable entre las especies expuestas a plena luz y las especies plantadas a la sombra en la selva natural cuya área basal original apenas se había reducido.

INPA es la estructura de control de la "estação experimental de silvicultura tropical, km 45 (anteriormente km 60) en la Manaus - Caracarai road BR-174". CATINOT, del CTFT, visitó el INPA en 1971 y 1973, y aprovechó su estancia para hacer una serie de recomendaciones para reactivar la investigación silvícola. A raíz de sus consejos, se implantaron nuevas líneas en 1972. En primer lugar, se aclaró mediante anillado la selva natural que no se había aprovechado en los pisos dominantes y dominados y, acto seguido se abrieron líneas de orientación este-oeste de 3 a 4 m de anchura con un espaciamiento de 20 cm. Los árboles se plantaron a una distancia de 4 m en las líneas. 13 hectáreas de *Swietenia*, 3 hectáreas de *Carapa* y una hectárea de *Cedrelinga* se plantaron casi en su totalidad en 1973 y algunas en 1974. No obstante, debido al problema que plantea permanentemente la movilidad del personal en la región amazónica, no se efectuaron debidamente las primeras operaciones de limpieza indispensables para la plantación y, por lo tanto, el porcentaje de árboles vivos y del crecimiento en 1975 era sumamente reducido. Aparentemente no se publicaron los resultados de estos ensayos. LOWE (1980) menciona que *Carapa* y *Cedrelinga* tuvieron un crecimiento satisfactorio y que se desvitalizó el resalvo que constituía la competencia.

22 - Colombia

BERRIO y col (1974) realizaron una síntesis de los trabajos del INDERENA en Carare-Opon, donde se efectuaron ensayos de enriquecimiento en líneas y en parcelas de Anderson. Desdichadamente, se presentan exclusivamente los resultados de las plantaciones bajo cubierta y a plena luz de *Cariniana pyriformis* y *Virola flexuosa*. También se trazaron gráficos que representan el incremento de la altura a la edad de 4 y 5 años. BERRIO y col (1974) mencionan también brevemente

que el INDERENA realizó plantaciones de enriquecimiento en fajas (de 2 m de anchura) en la "Estación Experimental de las Teresitas" en el Chocó. No obstante, no se suministró ningún resultado cuantitativo. Asimismo, el sistema de enriquecimiento del Surinam (3 árboles por parcela, 5 m entre las parcelas en una línea y 10 m entre las líneas) fue sometido a prueba por la empresa "Maderas de Marino" en Tumaco (BERRIO y Col. 1974) bajo la dirección de R. B. PECK a partir de 1970. En total se utilizaron once especies espontáneas para estos ensayos. El ensayo de enriquecimiento se abandonó al caer en cuenta que el crecimiento reducido obtenido se debía a la inobservancia de las reglas de DAWKINS.

23 - Costa Rica

En Florencia Norte, en el territorio del CATIE, P. ROSERO plantó 5 especies a 5 m de espaciamiento, en fajas espaciadas de 5 m. Una hectárea se plantó en un resalvo de 2 años y otra hectárea en un resalvo de 3 años. A finales de 1978, *Cordia alliodora* era la única especie que se había implantado correctamente (COMBE y GEWALD, 1979).

24 - Ecuador

IFLAIC (1969) menciona los ensayos de enriquecimiento realizados en el Ecuador, que consistieron en explotar la selva con arreglo a las normas comerciales y en anillar o desvitalizar los árboles que no se aprovecharon. El espaciamiento inicial era de 1,5 x 7 m y más tarde se aumentó a 4 x 8 m. Se utilizaron 10 especies y a la edad de un año se midió la altura de promedio. El primer año se plantaron 60 hectáreas.

25 - México

BUDOWSKI (1956) menciona las plantaciones en fajas realizadas en Yucatán por diversos aserraderos y en Honduras por la "United Fruit Company", pero no presenta ningún detalle a este respecto. Asimismo, menciona siembras directas de *Cedrela* en pistas de explotación abandonadas. Se calcula que los servicios forestales locales enriquecieron unas 20 000 ha tras la explotación, con plantaciones de *Cedrela* y *Swietenia*. AVILA HERNANDEZ (1962) menciona la utilización de trasplantes de *Swietenia* de 6 a 8 meses de edad y de trasplantes de *Cedrela* de 16 a 20 meses de edad, plantados a 2-3 m x 5-10 m en fajas de orientación este-oeste que requerían operaciones de limpieza durante los primeros 2 a 5 años de vida. Para *Cedrela* era preciso eliminar la competencia del resalvo y mantener un vuelo muy ligero. Existen algunos datos acerca del crecimiento de estas plantaciones. La estación experimental de INIF (actualmente INIFAP) en San Felipe Balacar en Quintana Roo siguió efectuando estos ensayos. CHAVELAS POLITO (1976) menciona los siguientes ensayos:

- 1972: 8 hectáreas de *Cedrela*, *Cordia*, *Dodecandra*, *Swietenia* y *Tabebuia rosea* en líneas bajo cubierta.
- 1973: 6 hectáreas de 10 especies, con *Gmelina arborea*, *Platymiscium yucatanum*, *Simarouba glauca*, *Spondias mombin*, *Tectona grandis*.

En la misma edición de "Ciencia forestal" donde se mencionaban los resultados anteriores, CADENO SANCHEZ (1976) indica que se ensayaron 5 métodos de enriquecimiento bajo cubierta en la estación experimental de "El Tormento" en Campeche. No se pudo encontrar ningún documento relativo a estos ensayos en Yucatán.

26 - Perú

RICSE TEMBLADERA y MASSON (1978) indican que se efectuaron ensayos de enriquecimiento en la selva del Estado "Alexander von Humboldt" cerca de Pucallpa en el Perú. Este ensayo de enriquecimiento se emprendió en 1974 y se utilizaron 15 especies con un espaciamiento de 5 m en líneas de 3 m de anchura, 600 m de longitud, y un espaciamiento de 10 a 20 m entre las líneas. Para el ensayo efectuado en 1975 se plantaron 16 especies a 5 m de distancia en fajas de 3 a 5 m de anchura equidistantes de 20 m, e igualmente en parcelas de 5 árboles a 5 x 5 m en plantación al tresbolillo a lo largo de las vías de acceso de las líneas. El primer ensayo mencionado cubría 52 hectáreas, pero resulta difícil evaluar la cantidad de árboles que componían las parcelas. En cambio, en el segundo ensayo se implantaron 5 árboles por parcela con 3 repeticiones de las combinaciones de especies x espaciamiento. Los resultados proporcionados eran extremadamente confusos, pero se trataba principalmente de la densidad residual y de la altura media de cada especie.

DIAZ REATEGUI (1974) relata brevemente las plantaciones de enriquecimiento realizadas en la selva del Estado de Iparia, en Iquitos. A causa de la humedad fracasaron los ensayos con 2 hectáreas de *Tectona grandis* y también fracasaron las plantaciones de *Cedrela* debido a la falta de luz y de espacio. *Cedrelinga*, *Chorisia insignis* y *C. integrifolia* dieron resultados prometedores. A la edad de 7 años, *Cedrelinga* presentaba un incremento de la altura de 2 m y un incremento del diámetro de 2 cm a altura de hombre.

SANTANDER (1974) analiza los ensayos de la "Escuela de Peritos Forestales de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana" en Puerto Almendras, a 22 kilómetros de Iquitos. En el mes de marzo de 1967 se plantó 1,5 hectárea de *Cedrelinga* a 5 x 10 m en selva secundaria. El tratamiento de la selva inicial resultó inapropiado pero algunos árboles habían alcanzado 15 m de altura y 12 cm de diámetro (en 1974 o antes?). También se efectuó otro ensayo con 1/4 de ha de *Pinus caribea* plantado en el mes de noviembre de 1972 en líneas de 1-1,5 m de anchura abiertas en la selva secundaria. En total se plantaron 15 trasplantes a 5 m de espaciamiento con 8 líneas espaciadas a 5 m. El crecimiento fue satisfactorio pero no se proporcionó ningún dato.

27 - Puerto Rico

WEAVER (1987) describe las plantaciones a gran escala de *Swietenia mahogany x macrophylla* y las plantaciones a escala experimental de *Antocephalus chinensis*. Ambas especies se plantaron en la zona de selva subtropical húmeda de los Montes Luquillo. Las operaciones se

iniciaron en 1963 en la zona del río Chiquito que en aquella época estaba cubierta de maleza y de selva secundaria comercialmente pobre. Para estos ensayos se utilizaron diversas técnicas. En 1963 se enriquecieron 1 275 hectáreas con Caoba híbrida mediante siembras directas espaciadas de 3 x 3 m, realizadas bajo el vuelo de una selva donde los árboles se fueron desvitalizando progresivamente. Los dos primeros años se controló químicamente la competencia del vuelo y más tarde se efectuaron raleos repetidos para despejar los mejores árboles. A la edad de 12 años el vuelo se aclaró en un 30 %. A la edad de 20 años se efectuó una estimación en 0,4 hectárea. Estas plantaciones se extendieron hasta las zonas cercanas en 1967, 1974, 1979 y 1980 (última ampliación). Al final, en 1987, estas plantaciones cubrían una superficie de 620 hectáreas. En las últimas zonas se plantaron trasplantes de raíz desnuda de tamaño inferior a 1 m. Los espaciamientos en las líneas de 2 m de anchura eran de 2 m entre los trasplantes y de 11 m entre las líneas. Hasta la edad de 5 años se realizaron despejes 2 a 3 veces por año y se iba desvitalizando progresivamente el piso dominante. Una evaluación realizada en 1983 puso de manifiesto diferencias significativas del incremento de la altura y del diámetro según la topografía, y del incremento del diámetro según el tipo de vuelo, siendo los vuelos más densos los que provocaban un menor incremento. También se observaron variaciones con respecto al ataque del perforador en las plantaciones de 1974, 1979 y 1980, pese a que estas diferencias no pudieron relacionarse con las diferencias de vuelo de la selva inicial.

La zona de Jimenez se utilizó para realizar ensayos con *Anthocephallus* a comienzos de los años 70. En esta zona se plantaron trasplantes de raíz desnuda con el mismo espaciamiento aplicado para los ensayos con Caobas híbridas en río Chiquito. Durante el primer año se despejaron dos veces las plantaciones con machete y una vez durante el segundo y el tercer año. LUGO y FIGUEROS (1985) consignaron las medidas registradas el décimo año.

28 - Surinam

Entre 1954 y 1967 se utilizó la especie *Virola surinamensis* para enriquecer selvas explotadas en pendientes poco acusadas. Los costes de los cuidados culturales resultaron elevados debido a que la explotación comercial selectiva extraía muy pocas cantidades de material en pie y la reducción del vuelo era insuficiente. Con el transcurso del tiempo la explotación se fue volviendo más intensiva, aumentó el número de especies explotadas y disminuyeron las dimensiones de la explotación. De esta forma, la selva residual estaba más abierta y cambiaron los balances financieros. Para mejorar las condiciones de exposición solar de los árboles introducidos, se eliminó el vuelo inicial por desvitalización un año antes de efectuar la plantación, durante el período comprendido entre 1969 y 1972. En los últimos años de los ensayos, 1973-1977, se plantaron los terrenos de baja altitud con *Virola* y con *Cedrela angustifolia*, mientras que en los terrenos más altos se plantó *Cordia alliodora*, 2 ó 3 años después de haber desvitalizado el piso dominante. Las operaciones de limpieza de esta zona se realizaron de forma intensiva. Las previsiones indicaban entre 130 y 150 tallos por hectárea con un diámetro medio de 45 cm a la edad de 25-40 años. Entre 1968 y 1975

se plantaron en total unas 1 700 hectáreas (VEGA CONDORI, 1976). Además de estas plantaciones a gran escala, se efectuaron otros ensayos en los años 70 con diversas especies y con diferentes espaciamientos, pero en la literatura del género no aparece ningún dato a este respecto.

29 - Trinidad

LAMB (1969) examina sus experiencias de plantación de *Simarouba amara* y *Terminalia ivorensis* en emplazamientos carboníferos en las cortas de regeneración en la reserva de "Arena Forest". Estos trabajos se interrumpieron debido a la disminución acelerada de la actividad de la industria del carbón de leña después de 1955.

2.10 - Venezuela

FINOL U. (1969) menciona los primeros ensayos de enriquecimiento realizados en el "Bosque Universitario el Caimital en Barinas". En esta zona se aclaró el piso dominante y se plantaron 5 especies de estacas. No se tienen datos a propósito de los resultados de esta plantación, salvo que 4 meses más tarde el porcentaje de plantas vivas era de un 100 %. Las especies utilizadas fueron: *Bombacopsis guinatum*, *Cordia apurensis*, *Hura crepitans*, *Sterculia sp.* y *Swietenia*.

IFLAIC (1969) hace una síntesis de las experimentaciones realizadas en Venezuela, destinada al Comité para el Desarrollo Forestal en el Trópico de la FAO. Se enriquecieron 300 hectáreas de selva perennifolia mediante parcelas de ensayo de 5 árboles, con un espaciamiento de 12,5 x 20 m entre las parcelas. Las especies utilizadas fueron: *Cordia alliodora*, *Samanea saman* y *Tabebuia pentaphylla*, con una meliácea (Cedrela o Swietenia) por parcela. A la edad de 5 años los árboles habían alcanzado entre 4 y 5 m de altura total.

VINCENT y BUSTAMANTE (1973) realizaron ensayos de enriquecimiento con el método "Limba" en tres tipos de selvas en el mes de mayo de 1973, en el marco del proyecto "Caparo". De esta forma, se plantaron 12 hectáreas con *Bombacopsis* y *Cordia apurensis*. Seis meses después de la plantación, se consideró que la densidad residual y el crecimiento eran satisfactorios. VINCENT (1974) presenta mayores detalles y una lista de especies mucho más completa y menciona también los ensayos de eliminación y las plantaciones piloto, que incluyen ambas plantaciones bajo cubierta (pero no proporciona datos acerca del espaciamiento) y la utilización del método Limba con un espaciamiento de 2 x 6,5 m. No se dispone de ningún dato a propósito del crecimiento, pese a que los ensayos comenzaron en 1970. Asimismo, VINCENT presenta únicamente las tablas de las superficies tratadas según el tipo de selva, de las superficies plantadas anualmente y de las especies utilizadas para cada género de ensayos.

DRNR/MAC (1974) presenta un resumen de los trabajos de silvicultura de las "Estaciones experimentales" del Ministerio de la Agricultura y de la Ganadería. En Turen, en la selva tropical seca, se redujo progresivamente el vuelo forestal mediante desvitalización para aumentar gradualmente la exposición solar de las plantaciones en parcelas alineadas. La parcela estaba formada por 5 árboles, uno de los cuales pertenecía a

la familia de las meliáceas. En total, había 40 parcelas por hectárea. Las líneas se limpiaban 2 a 3 veces por año. No se dispone de ningún dato a propósito de los espaciamientos. En cambio, las especies introducidas fueron: *Anacardium excelsum*, *Bombacopsis*, *Cordia alliodora*, *Pithecellobium saman* y *Tabebuia rosea*, siendo *Swietenia* la especie perteneciente a la familia de las meliáceas.

Dos empresas privadas realizaron plantaciones de enriquecimiento después de haber explotado la selva en la reserva forestal de Ticoporo. DRNR/MAC (1974) indica que para estas plantaciones se utilizó el método del resalvo de la siguiente forma: se abrieron fajas de 5 m de anchura de orientación este-oeste ampliándose así el espaciamiento a 25 x 25 m. Las especies utilizadas fueron: *Bombacopsis*, *Cedrela*, *Cordia alliodora*, *Swietenia* y *Tabebuia rosea*.

En la reserva forestal de Guarapiche (Sucre/Monagas) se efectuaron operaciones intensivas de ordenación (DRNR/MAC, 1974). Tras el aprovechamiento de una corta anual de 460 hectáreas previamente inventariadas por parte de empresas privadas, se efectuaron plantaciones de mejora en este bosque. Los individuos con malformaciones y las especies no comercializables de diámetro superior a 15 cm se eliminaron por anillado o por desvitalización. Un año después se abrieron líneas a 15 m de intervalo y se plantaron los árboles con un espaciamiento de 2,5 m en la línea. Las especies utilizadas fueron: *Cedrela*, *Swietenia* y *Tabebuia rosea*. El programa se inició en 1970, y en 1974 ya se habían tratado 1 600 hectáreas.

2.11 - Zona subtropical

Sería conveniente mencionar tres estudios realizados en zonas subtropicales.

En Argentina, COZZO (1964 y 1969) describe un ensayo a pequeña escala de *Cordia trichotoma* en el arboreto de Carhuapa en Misiones. En la selva subtropical, degradada por frecuentes explotaciones, se abrieron líneas de 5 a 7 m de anchura separadas entre sí por fajas de 2 a 3 m de selva natural. En las líneas se eliminó el sotobosque y los árboles de pequeño tamaño y se conservaron los árboles de gran tamaño para formar una cubierta protectora contra las posibles heladas durante la corta estación invernal. Así, se plantaron dos líneas de *Cordia* en líneas de 5 m y 3 líneas en líneas de 7 m, con un espaciamiento de 2,5 m. Se tienen datos de la altura media a la edad de 1, 2 y 7 años y del diámetro medio a la edad de 7 años. El crecimiento dependía en gran medida de la luz y del espacio. El éxito de estas plantaciones fue casi total ya que se pudieron proteger contra las heladas, que afectan principalmente las plantaciones en terreno descubierto.

En el Estado de Minas Gerais, en Brasil, VALE y col (1973) menciona el incremento de la altura y las estimaciones de mortalidad de un ensayo de 5 años de edad. En esta plantación se había eliminado totalmente el sotobosque, incluyendo las plantas trepadoras y los bambús. El vuelo se redujo en un 40 % con un raleo selectivo y se implantaron parcelas formadas por 24 árboles plantados a 3 x 3 m con 3 repeticiones

para seis especies. La falta de cuidados el primer año tuvo consecuencias nefastas sobre el crecimiento y la supervivencia de las especies introducidas. Los mejores resultados se obtuvieron con *Caesalpinia peltophoroides* en cinco años, con un 76 % de árboles sobrevivientes y una altura media de 12,60 m.

Los ensayos de enriquecimiento de 1975 formaban parte de numerosas experimentaciones realizadas en las selvas explotadas comercialmente, pertenecientes a la Companhia Vale Rio Doce S/A situada a proximidad de Linares en el Estado del Espírito Santo en Brasil. No se publicó ningún dato a este respecto.

3 - COMENTARIOS

En los anexos se presenta la tabla de las especies utilizadas en plantaciones de enriquecimiento en América tropical. Esta tabla muestra la importancia acordada a las meliáceas, principalmente a las tres especies siguientes: *Carapa guianensis*, *Cedrela odorata* y *Swietenia macrophylla*. Este interés no es exclusivo de las plantaciones de enriquecimiento, sino que se encuentra también en los ensayos de plantaciones convencionales en toda América tropical, pese a los numerosos fracasos debidos principalmente a los ataques y a los daños provocados por el "Shootborer" (*Hypsipyla grandella* = perforador de brotes).

Pese a los esfuerzos del grupo de trabajo interamericano a propósito de *Hypsipyla*, en América tropical se conocen y se utilizan muy poco las investigaciones emprendidas a finales de los años 60 y comienzos de los años 70 en Turrialba, Costa Rica. La actividad de Turrialba fue bastante particular si se tiene en cuenta que las investigaciones individuales se publicaron en revistas científicas y que un gran número de estudiantes sudamericanos redactaron sus tesis sobre temas de investigación. Una gran parte de las investigaciones se consagró a los problemas entomológicos y al control químico del "shootborer". En cambio, el aspecto silvícola de las investigaciones tropezó con las dificultades engendradas por la falta de delimitación de objetivos y de dispositivos experimentales. Dentro de este marco únicamente se realizó un estudio a propósito del crecimiento de las meliáceas bajo cubierta. Desdichadamente, el informe de GRISPMA (1974) que resume las conclusiones de numerosos estudios individuales y deduce las implicaciones a nivel de la ordenación, no se publicó a escala suficientemente grande. Más adelante se presentan algunos resultados de estas investigaciones.

31 - Requisitos para realizar con éxito plantaciones de enriquecimiento

DAWKINS necesitó más de veinte años de experiencia forestal para elaborar una lista de cinco requisitos básicos y ocho especificaciones técnicas indispensables para realizar con éxito plantaciones de enriquecimiento (1966).

En su informe para el USDA Institute of Tropical Forestry de 1981, PALMER concluye que no se registró ningún fracaso en América tropical con las plantaciones que cumplieron con estos requisitos.

El trabajo de DAWKINS se publicó en español en 1969 por intermedio del Comité para el Desarrollo Forestal en el Trópico (LAMB, 1967). No obstante, dos de los tres países tropicales donde se practicaron enriquecimientos a gran escala (Puerto Rico y Surinam) contaban con el asesoramiento de técnicos anglosajones, acostumbrados a considerar la bibliografía como uno de los aspectos rutinarios, pero indispensable, de la investigación.

En Puerto Rico, el terreno de investigación estaba formado por una selva secundaria, resultado de cultivos de plantas comestibles o de pastos abandonados. El vuelo se fue reduciendo progresivamente por desvitalización y los mejores árboles de la selva inicial se conservaban por medio de raleos graduales. En la región de río Chiquito, la exposición solar intensiva compensó sin lugar a dudas el reducido crecimiento inicial de las Caobas procedentes de siembras directas efectuadas en 3 x 3 m. Los trasplantes de raíz desnuda plantados en 1967 en 2 x 11 m también mostraron un desarrollo satisfactorio. Puesto que no se dispone de medidas tomadas regularmente resulta difícil comparar los porcentajes de crecimiento entre los tipos de trasplantes o los diversos espaciamentos. WEAVER (1987) y WEAVER y BAUER (1986) utilizaron gráficos para poner de relieve las comparaciones admisibles.

En Surinam también se utilizó el método del despeje prudente de los árboles introducidos artificialmente. En este país, las operaciones se efectuaron en la selva tropical densa, explotada a pequeña escala. El vuelo se redujo por desvitalización. En las líneas se efectuaron operaciones intensivas de limpieza para que los árboles introducidos gozaran de una óptima exposición solar y para eliminar la competencia de las plantas trepadoras. Estas operaciones fueron de corta duración habida cuenta del rápido crecimiento de las especies introducidas.

Brasil es el país donde se realizó el mayor número de ensayos. No obstante, las publicaciones pusieron de relieve una falta de coordinación en las referencias de los ensayos, fundamentalmente por lo que atañe a su instalación.

Por ejemplo, PRODEPEF (1976) describe dos ensayos y su evolución hasta la fecha en Belterra, mientras que YARED y CARPANEZZI (1981) describen los mismos dos ensayos emprendidos en 1976. En su informe de viaje, LOWE (1980) no indica para qué ensayos observó un crecimiento satisfactorio de varias especies. PALMER no pudo encontrar publicaciones a propósito de series de mediciones para estos ensayos, ni para ninguna otra experimentación de enriquecimiento realizada en América tropical.

En muchos países donde se realizaron estos ensayos se olvidó en qué consistía en realidad el enriquecimiento. Teóricamente, se supone que el enriquecimiento debe completar la regeneración natural existente, pero inapropiada, para crear una masa de valor que brinde al mismo tiempo la posibilidad de poder realizar una ordenación. En las demás regiones tropicales, el enriquecimiento nunca estuvo destinado a proporcionar el material en pie necesario para efectuar una silvicultura intensiva mono-específica.

Únicamente dos casos demuestran que se tomó conciencia de que era necesario estudiar el medio receptor al igual que la población introducida. En Puerto Rico, WEAVER y BAUER (1986) utilizaron un prisma para evaluar el área basal de la masa inicial en torno a los trasplantes introducidos. Tal como se había previsto, el incremento del diámetro y de la altura de los trasplantes era inversamente proporcional al área basal. Sin embargo, no se presentó ningún dato relativo a la estructura de la masa inicial ni a su composición.

El segundo estudio no se consagró en realidad a plantaciones de enriquecimiento. Las plantaciones de *Swietenia macrophylla* en la reserva forestal de Columbia River en Belice entre 1955 y 1964 se realizaron según el método Taungya con siembras directas en combinación con el maíz. El espaciamiento de las Caobas era de 9 x 9 m con 6 a 8 semillas por hueco. Después de que los granjeros abandonaron sus cultivos, el Departamento de Bosques realizó operaciones de limpieza en la mayor parte de las plantaciones. En el cuartel de 1955 se despejaron las cimas de los árboles plantados. Las 200 hectáreas subsistentes de las 700 hectáreas que se habían plantado fueron inventariadas por WILSON en 1981. Los sondeos se realizaron en los cuatro cuarteles, 1948, 1956, 1957 y 1958. También se tomaron medidas en todos los árboles plantados y en los tallos resultantes de regeneración natural. En la clase de 10 cm *Swietenia* y otras especies de menor importancia comercial pero técnicamente aceptables representaban un 50 % del volumen comercial. En la mayor parte de las clases las especies sin interés representaban menos de un cuarto del volumen. La proporción de *Swietenia* oscilaba entre un 8 y un 26 % en volumen y entre 52 y 188 tallos por hectárea.

Existen numerosas apreciaciones cualitativas acerca de la influencia del vuelo, y asimismo, sobre la frecuencia y la intensidad de los ataques de *Hypsipyla* sobre las meliáceas. LEDOUX y LOBATO (1972), YARED y CARPANEZZI (1981) indican que no se observaron ataques del perforador en las líneas de las plantaciones de enriquecimiento.

En cambio, los trabajos de Turrialba mostraron que el perforador estaba omnipresente en esta zona y que incluso podía alcanzar la copa de los árboles. Para el único estudio comparativo se efectuaron plantaciones en parcelas de ensayo en diversos emplazamientos y en diferentes años, pero este estudio no seguía ningún dispositivo especial de investigación y no incluía ninguna repetición. GRISPMA (1974), en la síntesis de los trabajos de Turrialba hasta 1973, concluye que "los daños son generales y considerables, aunque se hayan plantado o no las Caobas bajo cubierta".

PALMER observó de 1979 a 1985 las parcelas de ensayo de meliáceas relativas a los trabajos de Turrialba, a raíz de lo cual llegó a las mismas conclusiones. Por otra parte, ROBERT (1968) confirma estas observaciones para las meliáceas de Nigeria.

No obstante, existen claras diferencias entre las especies en relación con su resistencia a los ataques del perforador. *Cedrela angustifolia* resiste perfectamente en la zona de Turrialba (y en las islas Salomón), en el segundo puesto se sitúa *Carapa guianensis* en Costa Rica y en Brasil, con *Swietenia* se obtienen por lo general malos resultados y el comportamiento de *Cedrela spp.* depende de la calidad del emplazamiento.

La inexistencia de un dispositivo real de investigación impide saber hasta qué punto estas diferencias se deben a una resistencia bioquímica innata o en qué medida la capacidad individual de producción y de conservación de superficie productiva influye sobre la fotosíntesis. Los resultados deplorables de las siembras directas de *Swietenia macrophylla* según el método Taungya efectuadas en el sur de Belice ponen de relieve la importancia que reviste la elección de un terreno apropiado y las operaciones de limpieza precoces, para que los trasplantes puedan desarrollar copas bien frondosas.

En América latina, los esfuerzos de investigación se consagraron principalmente a las meliáceas y se dejaron de lado otras especies de futuro prometedor que, por otra parte, eran menos sensibles a los ataques del insecto devastador mencionado.

WEAVER estima que se puede contar con 20 especies de valor futuro como mínimo. Desde el punto de vista técnico queda por verificar si estas especies cumplen con los requisitos de DAWKINS (1966).

32 - Factores que ocasionan el fracaso de las plantaciones de enriquecimiento

La mayor parte de los ensayos realizados en América latina fueron un fracaso debido a que no se cumplieron los requisitos de DAWKINS. Entre los errores más graves puede citarse la falta de apertura del vuelo y de mantenimiento de una exposición solar apropiada y la falta de protección de los jóvenes trasplantes contra las plantas trepadoras.

En Brasil, se solía introducir trasplantes en líneas abiertas en la selva inexplorada que estaban expuestos a la luz de forma indirecta y competían directamente con el área basal que ya había alcanzado el nivel de saturación (ALENCAR y ARAUJO, 1980). Algunas veces se efectuaban operaciones de limpieza en las plantaciones sin haber dado a los obreros ninguna instrucción para despejar las cimas (VOLPATO, SCHMIDT y ARAUJO, 1973). PALMER observó con frecuencia líneas de corte transversal en forma de "V" cuya cima había sido invadida por plantas trepadoras.

La falta total o la insuficiencia de cuidados culturales fueron la principal causa del fracaso de las plantaciones de enriquecimiento en América tropical, lo cual sólo se admite abiertamente en contadas ocasiones (YARED y CARPANEZZI, 1921). Por consiguiente, los escasos datos económicos existentes no presentan por lo general un gran valor como indicadores de los costes reales en experimentaciones debidamente realizadas.

También se cometió con frecuencia el error de utilizar trasplantes de dimensiones inapropiadas o que presentaban un desequilibrio entre los sistemas aéreos y radiculares. En los viveros de América tropical, se descuidó con frecuencia el desarrollo radicular de los trasplantes. En muchos casos, el fracaso se debe igualmente a la plantación de trasplantes muertos o a la reposición de marras con trasplantes de mala calidad. Estos errores afectan también las plantaciones convencionales.

La tabla presentada en el anexo muestra que se efectuaron pruebas con un gran número de especies, en uno o varios ensayos de enriquecimiento. Únicamente en contadas ocasiones se explicitan en la bibliografía los criterios aplicados para seleccionar las especies. En ciertos casos se trataron de seleccionar especies de crecimiento rápido y con tallos bien formados (RICSE TEMBLADERA y MASSON, 1978). Para un gran número de experimentaciones se utilizaron especies que se podían producir con facilidad en los viveros. Las referencias explícitas a los requisitos de DAWKINS son sumamente escasas.

4 - COSTES

Como lo indicamos anteriormente, los datos económicos son escasos y no presentan un verdadero valor. Los datos más útiles fueron proporcionados por VEGA (1976) a propósito de los ensayos de enriquecimiento realizados en Surinam, ya que las operaciones fueron efectuadas a escala de la ordenación de una masa forestal y no a la escala limitada de una investigación. Además, no se precisan valores sino que se indica el número de hombres requerido por día y por hectárea. Por otra parte, se indican los valores anuales de los costes en un período de ocho años, lo que permite observar su evolución. Los promedios anuales calculados en hombre/ día/hectárea son:

- Reconocimiento y elección de los emplazamientos	1,7	HD/ha
- Parcelación	2,4	
- Delimitación	-	
- Marcación de los árboles que se trata de conservar	0,6	
- Desvitalización	0,9	
- Apertura de líneas cada 10 m	2,3	
- Ejecución de hoyos	1,9	
- Plantación	1,9	
- Reposición de marras	1,9	
- Levantamientos topográficos	0,3	
- Operaciones diversas	1,0	
		<hr/>
Total	15,8	

El coste de las operaciones de limpieza varía en función del éxito de las plantaciones y de la evolución en el tiempo de las necesidades. VEGA (1976) presenta los siguientes promedios para el mismo período de 8 años en Mapane, Surinam;

- Escarda de las parcelas triangulares	1,8	HD/ha
- Ampliación de las líneas	1,4	
- Despeje lateral de los trasplantes	1,4	
- Despeje de las cimas	2,1	
- Desvitalización de los árboles de competencia lateral ...	1,2	
- Limpieza de las vías de acceso	-	
- Tratamiento de las meliáceas	1,4	
- Señalamiento de árboles para el apeo	1,2	
- Operaciones diversas	1,0	
		<hr/>
	9,7	HD/ha

En su informe, VEGA comenta con fundamento diversos aspectos de las plantaciones de enriquecimiento y sus costes respectivos.

41 - Beneficios para la producción de madera

La bibliografía relativa a las estimaciones de producción de las plantaciones de enriquecimiento en América tropical es sumamente escasa. Hasta la fecha ninguna de las plantaciones de ensayo ha alcanzado el grado de pleno desarrollo. La mayor parte de los raleos (o todos probablemente) no dieron ningún resultado comercial y, por lo general, se intentó favorecer el desarrollo de las copas de los mejores tallos a expensas de los tallos dominados.

Las estimaciones efectuadas por o para el Servicio Forestal Nacional de Surinam de 1968 a 1974 fijaban un objetivo de 130 a 150 tallos/hectárea con un diámetro comercial mínimo de 45 cm alcanzado entre la edad de 25 y 40 años según las especies y las estaciones. Estas masas deberán producir 124 m³/ha para un corte realizado a 30 cm con un área basal de 18 a 25 m²/ha (VEGA, 1976). No obstante, de GRAAF (1986) puso en tela de juicio la fiabilidad de las estimaciones oficiales ya que se fundan en la prosecución de un crecimiento inicial rápido observado en plantaciones de enriquecimiento debidamente cuidadas. Desdichadamente no existen publicaciones recientes relativas a la producción de las plantaciones de enriquecimiento en Surinam. Los escasos valores citados son bastante similares a los valores observados en Africa.

Además del incremento del volumen, debido a la regeneración natural y a los tallos introducidos, se puede esperar una mejora de la forma de los tallos comparable a la mejora obtenida en las plantaciones convencionales. Según las observaciones cualitativas, la sombra lateral debida al bosque natural estimula el crecimiento apical y evita la diversificación de la fotosíntesis hacia las ramas laterales.

Por otra parte, sería preciso poder comparar cuantitativamente el elevado incremento de producción de los tallos rectilíneos y cilíndricos con el incremento de los tallos con malformaciones, ya que este dato presenta mayor interés que el volumen bruto.

42 - Beneficio para las producciones secundarias

WEAVER (1987) señala que "la mayor parte de las técnicas de enriquecimiento pretenden simular las condiciones naturales de apertura de las masas por medio de líneas o de desvitalizaciones o, en algunos casos, plantando trasplantes de especies interesantes desde el punto de vista comercial en las talas existentes. Además, los ingenieros forestales se interesan principalmente por las especies secundarias de crecimiento rápido, que precisamente forman parte de las especies que requieren una exposición solar apropiada para alcanzar su pleno desarrollo. En resumen, el enriquecimiento se asemeja más a la regeneración natural por despeje que a las grandes plantaciones o a la regeneración bajo cubierta". Este trabajo, simultáneamente con el trabajo de la naturaleza, defendido por PITT (1961), reduciría los cortes de intervención mediante la disminución del número de operaciones manuales de limpieza necesarias al crecimiento y a la supervivencia de las especies buscadas.

El mantenimiento de la cubierta del suelo y de la selva original durante el período de rotación, así como la eliminación de los incendios forestales constituyen, entre las diversas prácticas silvícolas, factores favorables para la conservación de las aguas y del suelo, de los potenciales genéticos animales y vegetales y para la tranquilidad de la zona selvática.

En Africa se hizo uso de maquinaria para realizar algunos ensayos, mientras que en América tropical las plantaciones se efectuaron manualmente. La posibilidad de crear empleos permanentes en la zona rural puede presentar cierto interés para los gobiernos que desean conservar la población rural y aumentar simultáneamente los ingresos.

Dentro del marco de las plantaciones de enriquecimiento, la silvicultura soporta cierto grado de flexibilidad, tras la etapa de plantación, en comparación con los programas bastante rígidos de gestión de plantaciones a gran escala, lo cual podría presentar cierto interés para los inversionistas públicos o privados. Esta flexibilidad presenta grandes ventajas en aquellas zonas donde se requiere mejorar la competencia de los técnicos de terreno.

5 - INVESTIGACIONES FUTURAS

El presente informe pone de relieve que, en América tropical, es preciso recurrir, en primer lugar, a los conocimientos existentes antes de emprender investigaciones suplementarias. Lo anterior no significa que se deberán excluir las investigaciones especializadas (con el significado asignado a este término por el CGIAR) ya que, probablemente, se precisarán para ciertos proyectos agrícolas o forestales extensivos.

Un enfoque más cuantitativo y más científico de las operaciones de terreno y de las investigaciones permitiría reducir el derroche de esfuerzos que constituye una de las características de un gran número de trabajos forestales en estas latitudes. No obstante, lo anterior también se aplica para las operaciones de carácter no forestal debido a las raíces socio-culturales y al sistema educativo que prevalece actualmente. La formación del personal puede paliar estos inconvenientes, con la condición que pueda fundarse en demostraciones convincentes, es decir en investigaciones debidamente realizadas.

Tercera parte
CONCLUSIONES GENERALES

Cabe señalar que existen pocos documentos de síntesis relativos a los resultados de las técnicas de enriquecimiento de las selvas tropicales. Este hecho fundamental refleja el fracaso generalizado de estos métodos, la decepción y el abandono de las operaciones por parte de los investigadores.

Como se ha expuesto anteriormente, estos fracasos se deben a que tales métodos requieren inversiones financieras, humanas y de equipos que impiden su aplicación extensiva ya que el reducido incremento de la productividad de las selvas tratadas no guarda relación con los medios empleados.

Por último, cabe añadir que la desaparición de grandes superficies tratadas en ciertos países, debido a la deforestación agrícola, reduce las posibilidades de utilización de técnicas extensivas de producción forestal. En tal caso, si se tiene en cuenta que se necesitan tierras para la agricultura, se podrán justificar con mayor facilidad las plantaciones considerablemente productivas, desde el punto de vista socio-económico y de utilización del espacio.

No obstante, por razones ecológicas y de conservación del patrimonio genético, será necesario conservar superficies forestales significativas, pudiendo someterse ciertas zonas a un tratamiento extensivo dentro del marco de una ordenación. Habida cuenta del grado de conocimiento actual, las diversas técnicas de enriquecimiento no pueden competir, por lo menos en la selva densa húmeda, con las técnicas silvícolas más sencillas, tales como el raleo de las masas naturales en provecho de las especies nobles y a expensas de las especies secundarias desde el punto de vista comercial.

ANEXO 1

Clave de equivalencia entre los nombres latinos y los nombres comerciales o vernáculos de las especies productoras de madera de construcción de la selva densa tropical húmeda citadas en el informe

Primera parte: acceso a partir del nombre en latín (Africa tropical)

NOMBRES EN LATIN		NOMBRES COMERCIALES O VERNACULOS
Nombre de acceso	Sinónimos	(los nombres comerciales pilotos van subrayados)
Afzelia africana		<u>Doussié</u> , Lingué, Azodau, Anyan
Aucoumea klaineana		<u>Okoumé</u>
Autranella congolensis	Mimusops congolensis	<u>Mukukungu</u> , Elang
Cassia siamea		<u>Djohar</u> , Cassia, Boix perdrix
Cedrela odorata		<u>Cedro</u> , Cedrela, Cedar
Ceiba pentandra		<u>Fromager</u> , Enia, Okha, Doum
Chlorophora regia, C. excelsa	Milicia regia, M. excelsa	<u>Iroko</u> , Odum, Abang
Combretodendron africanum	Petersia africana	<u>Essia</u> , Abalé, Stinkwood, Abing
Dumoria heckelii	Tieghemella heckelii	<u>Makoré</u> , Douka, Baku
Entandrophragma angolense		<u>Tiama</u> , Edinam, Gedu-Nohor, Edoussié
Entandrophragma candollei		<u>Kosipo</u> , Omu, Atomassié
Entandrophragma cylindricum		<u>Sapelli</u> , Aboudikro
Entandrophragma utile		<u>Sipo</u> , Utile, Assié
Gmelina arborea		<u>Gumari</u> , Gmelina, Yemane
Guarea spp.		<u>Bossé</u> , Mutigbanaye, Obobo, Ebangbewa
Heritiera utilis	Tarrietia utilis	<u>Niangon</u> , Ogoué
Khaya anthotheca		<u>Acajou</u> , Acajou blanc
Khaya grandifolia		<u>Acajou</u> , Acajou à grandes feuilles
Khaya ivorensis		<u>Acajou</u> , Acajou bassam, Lagos mahogany, Ngollon
Khaya senegalensis		<u>Bissilom</u> , Caillcedrat, Mogno, Acajou du Sénégal
Leucaena leucocephala		<u>Ipil Ipil</u> , Leucaena
Lophira alata	L. procera	<u>Azobé</u> , Ekki, Bongossi, Akoga
Lovoa trichilioides		<u>Dibetou</u> , Bibolo, Temamire, Apopo, Eyan
Milicia excelsa, M. regia	Chlorophora excelsa, C. regia	<u>Iroko</u> , Odum, Abang
Mimusops congolensis	Autranella congolensis	<u>Mukulungu</u> , Elang
Musanga cecropioides		<u>Parasolier</u> , Aseng, Senga
Nauclea trilesii	Nauclea diderrichii	<u>Bilinga</u> , Badi, Kussia, Opepe, Akondoc
Petersia africana	Combretodendron africanum	<u>Essia</u> , Abalé, Stinkwood, Abing
Riciodendron heudelotii	Riciodendron africanum	<u>Essessang</u> , Eho, Corkwood
Tarrietia utilis	Heritiera utilis	<u>Niangon</u> , Ogoué
Tectona grandis		<u>Teck</u>
Terminalia ivorensis		<u>Framiré</u> , Emri, Idigbo, Lidia
Terminalia superba		<u>Limba</u> , Fraké, Ofram, Afara, Akom
Tieghemella heckelii	Dumoria heckelii	<u>Makoré</u> , Douka, Baku
Triplochiton scleroxylon		<u>Obeche</u> , Samba, Hawa, Ayous

ANEXO 1

Clave de equivalencia entre los nombres latinos y los nombres comerciales o vernáculos de las especies productoras de madera de construcción de la selva densa tropical húmeda citadas en el informe

Segunda parte: acceso a partir de los nombres pilotos (Africa tropical)

Nombres comerciales o vernáculos		Nombres en latín
Nombre Piloto	Sinónimos	
Acajou	Acajou bassam, Ngollon, Acajou blanc, Acajou à grandes feuilles	Khaya ivorensis, Khaya anthotheca, Khaya grandifolia
Azobé	Ekki, Bongossi, Akoga	Lophira alata, L. procera
Bilinga	Badi, Kussia, Opepe, Akondoc	Nauclea trilesii, Nauclea diderrichii
Bissilom	Cailcedrat, Mogno, Acajou du Sénégal	Khaya senegalensis
Bosse	Mutigbanayez, Obobo, Ebangbewa	Guaera spp.
Cedro	Cedrela, Cedar	Cedrela odorata
Dibetou	Bibolo, emamire, Apopo, Ayan	Lovoa trichilioides
Djohar	Cassia, Boix pendrix	Cassia siamea
Doussié	Lingué, Azodau, Anyan	Azelia africana
Essia	Abalé, Stinwood, Abing	Combretodendron africanum, Petersia africana
Essessang	Eho, Corkwood	Ricinodendron heudelotii, R. africanum
Framiré	Emri, Idigbo, Lidia	Terminalia ivorensis
Fromager	Enia, Okha, Doum	Ceiba pentandra
Gumari	Gmelina, Yemane	Gmelina arborea
Iroko	Odum, Abang	Chlorophora excelsa, C. regia, Milicia excelsa, M. regia
Kosipo	Omu, Atomassié	Entandrophragma candollei
Limba	Fraké, Ofram, Afara, Akom	Terminalia superba
Makoré	Douka, Baku	Tieghemella heckelii, Dumoria heckelii
Mukulungu	Elang	Autranella congolensis, Mimusops congolensis
Niangon	Ogoué	Tarrietia utilis, Heritiera utilis
Obeche	Sambá, Hawa, Ayous	Triplochiton scleroxylon
Okoumé		Aucoumea klaineana
Parasolier	Aseng, Senga	Musanga cecropioides
Sapelli	Aboudikro	Entandrophragma cylindricum
Sipo	Utile, Assié	Entandrophragma utile
Teck		Tectona grandis
Tiama	Edinam, Gedu-Nohor, Edoussié	Entandrophragma angolense

ANEXO 1

Clave de equivalencia entre los nombres latinos y los nombres comerciales o vernáculos de las especies productoras de madera de construcción de la selva densa tropical húmeda citadas en el informe

Primera parte: acceso a partir del nombre en latín (América tropical)

Nombres en latín		NOMBRES COMERCIALES O VERNACULOS (los nombres comerciales pilotos van subrayados)
Nombre de acceso	Sinónimos	
Albizzia lebbeck		<u>Kokko</u> , <u>Weru</u> , <u>Pluk</u>
Anacardium excelsum		<u>Caracoli</u> , <u>Caju açu</u> , <u>Cashew</u>
Aniba duckei		
Aniba roseadora		
Anthocephalus chinensis	A. cadamba	<u>Kadam</u> , <u>Jabon</u>
Bagassa guineensis		<u>Bagasse</u> , <u>tattauba</u>
Bertholletia excelsa		<u>Castanheiro</u> , <u>Castanha</u> , <u>Jubia</u> , <u>Brasil nut</u>
Bombacopsis guinatum	Pachira fendleri	<u>Saqui-pagui</u> , <u>Mahot coton</u> , <u>Ceiba tolva</u>
Caesalpinia peltophoroides		
Carapa guianensis		<u>Andiroba</u> , <u>Carapa</u> , <u>Nandiroba</u> , <u>Crabwood</u>
Cariniana pyriformis		<u>Abarco</u> , <u>bacu</u>
Cedrela angustifolia } Cedrela odorata }		<u>Cedro</u> , <u>Cedar</u> , <u>Red cedar</u>
Cedrelinga catenaeformis		<u>Tornillo</u> , <u>Cedro-rana</u>
Chorisia insignis		
Chorisia integrifolia		
Cordia alliodora		<u>Laurel</u>
Cordia apurensis		
Cordia goeldiana		<u>Freijo</u>
Didymopanax morototoni		<u>Morototo</u>
Enterolobium maximum		
Gmelina arborea		<u>Yemane</u> , <u>Gumari</u>
Goupia glabra		<u>Goupi</u> , <u>Cupiaba</u>
Hevea brasiliensis		<u>Hevea</u>
Hura crepitans		<u>Assacu</u> , <u>Javillo</u> , <u>Saandbox</u> , <u>Possumwood</u>
Hymenaea courbaril		<u>Courbaril</u> , <u>Algarobo</u> , <u>Guapinol</u> , <u>Jatoba</u>
Hypsipyla grandella		
Jacaranda copaia		<u>Parapara</u>
Pinus caribaea		<u>Pitch pine</u> , <u>Ocote pine</u> , <u>Yellow pine</u>
Pithecellobium saman		
Platymiscium yucatum		<u>Trebol</u> , <u>Macawood</u>
Samanea saman		
Simarouba amara } Simarouba glauca }		<u>Marupa</u> , <u>Aceituno</u> , <u>Bitterwood</u>
Spondias mombin		
Sterculia spp.		<u>Kobé</u> , <u>Castano</u> , <u>Chicha</u>
Swietenia macrophylla		<u>Mahogany</u> , <u>Caoba</u> , <u>Acajou</u>
Tabebuia pentaphylla } Tabebuia rosea }	T. pallida	<u>Apamate</u> , <u>Amapa</u> , <u>Roble</u>
Tectona grandis		<u>Teak</u>
Terminalia ivorensis		<u>Framiré</u> , <u>Black afara</u> , <u>Emri</u> , <u>Idigbo</u> , <u>Lidia</u>
Viola flexuosus		<u>Viola</u> , <u>Ucuhuba branca</u> , <u>Camaticaro</u> , <u>Chalviande</u>
Viola surinamensis		
Vochysia maxima		<u>Quaruba</u> , <u>Quarabu</u>

ANEXO 1

Clave de equivalencia entre los nombres latinos y los nombres comerciales o vernáculos de las especies productoras de madera de construcción de la selva densa tropical húmeda citadas en el informe

Segunda parte: acceso a partir de los nombres pilotos (América tropical)

NOMBRES COMERCIALES O VERNACULOS		Nombres en latín
Nombre piloto	Sinónimos	
Abarco	Bacu	<i>Cariniana pyriformis</i>
Andiroba	Carapa, Nandiroba, Crabwood	<i>Carapa guianensis</i>
Apamate	Amapa, Roble	<i>Tabebuia pentaphylla</i> (=T. pallida), T. rosea
Assaçu	Javillo, Sandbox, Possumwood	<i>Hura crepitans</i>
Bagasse	Tatajuba	<i>Bagassa guineensis</i>
Caracoli	Cajuaçu, Cashew	<i>Anacardium excelsum</i>
Castanheiro	Castanha, Jubia, Brasil nut	<i>Bertholletia excelsa</i>
Cedro	Cedar, Red cedar	<i>Cedrela odorata</i> , C. angustifolia
Courbaril	Algarobo, Guapinol, Jatoba	<i>Hymenaea courbaril</i>
Framiré	Emri, Idigbo, Lidia, Black afara	<i>Terminalia ivorensis</i>
Freijo		<i>Cordia goeldiana</i>
Goupi	Cupiaba	<i>Goupia glabra</i>
Hevea		<i>Hevea brasilensis</i>
Kadam	Jabon	<i>Anthocephalus chinensis</i> (=A. cadamba)
Kobe	Castano, Chicha	<i>Sterculia</i> spp.
Kokko	Weru, Pluk	<i>Albizzia lebeck</i>
Laurel		<i>Cordia alliodora</i>
Mahogany	Caoba, Acajou	<i>Swietenia macrophylla</i>
Marupa	Aceituno, Bitterwood	<i>Simarouba amara</i> , S. glauca
Morototo		<i>Didymopanax morototoni</i>
Parapara		<i>Jacaranda copaia</i>
Pitch pine		<i>Pinus caribaea</i>
Quaruba	Quarabu	<i>Vochysia maxima</i>
Saqui-saqui	Mahot coton, Ceiba tolva	<i>Bombacopsis guinatum</i> (= <i>Pachira fendleri</i>)
Teak	Teck	<i>Tectona grandis</i>
Trebol	Macawood	<i>Platymiscium yucatum</i>
Tornillo	Cedro-rana	<i>Cedrelinga catenaeformis</i>
Virola	Chalviande, Ucuhuba branca, Camaticaro	<i>Virola flexuosus</i> , V. surinamensis
Yemane	Gumari	<i>Gmelina arborea</i>

ANEXO 2

ESPECIFICACIONES PARA LAS PLANTACIONES DE ENRIQUECIMIENTO

(H. D. DAWKINS, 1966)

- 1 - El método se aplica exclusivamente a las masas forestales explotables productoras de madera de construcción (madera aserrada de grandes dimensiones, desenrollo) , y no se puede aplicar en las zonas que requieren raleos.
- 2 - Se deberán plantar:
 - especies de luz o que forman parte de las especies colonizadoras,
 - especies de crecimiento rápido (1,5 m de incremento anual de la altura como mínimo),
 - especies de tallo rectilíneo, con una buena capacidad para la autopoda.
- 3 - El vuelo superior deberá ser ligero. Las zonas de cortas a hecho, de desvitalización total o de selva secundaria clara son favorables.
- 4 - El resalvo entre las líneas no debe ser inflamable.
- 5 - El riesgo de ramoneo animal en la zona debe ser insignificante o nulo.

En cuanto se hayan reunido estos requisitos, será preciso respetar las siguientes especificaciones:

- 1 - La distancia entre las líneas deberá ser igual o ligeramente superior (un 20 % parece prudente) al diámetro final que se espera de las copas de los árboles sanos de la especie plantada, para evitar la competencia de las copas antes de que los árboles alcancen su pleno desarrollo y para que, llegado el caso, las especies nobles puedan crecer entre las líneas, lo que garantizaría las inversiones iniciales.
- 2 - En las líneas, la distancia de plantación deberá corresponder a la quinta parte del espaciamiento entre las líneas para realizar una selección que permita obtener un cuarto de los tallos que formarán parte de la masa final. Si la operación debe llevarse a cabo en una masa poco explotada, que requiere una desvitalización más intensa y para la cual se preve un porcentaje de mortalidad superior al 30 % de los trasplantes introducidos, será preciso reducir el espaciamiento en las líneas a la sexta o a la séptima parte del espaciamiento entre las líneas. Esta es la única solución para obtener una masa final perfecta.
- 3 - Las líneas se deberán abrir perfectamente a 1,80 m de anchura aproximadamente y se deberán eliminar los tocones y los residuos vegetales para facilitar la circulación por lo menos en uno de los lados de los trasplantes. Las líneas se deberán limpiar regularmente para evitar la proliferación de la vegetación que pueda constituir una competencia. Estas operaciones de limpieza se refieren a pequeñas

superficies y, por ende, los costes son reducidos. En tal caso, se deberán prever varias intervenciones (hasta 6 ó 7 de ser necesario) durante el transcurso del primer mes.

- 4 - Las plantas deberán comenzar a desarrollarse rápidamente, lo que significa que para un gran número de especies se deberán utilizar trasplantes con cepellones. No se recomienda la utilización de trasplantes de raíz desnuda. Algunas siembras directas de Cedro tuvieron éxito, pero se trata de casos excepcionales.
- 5 - En cuanto se hayan abierto las líneas será preciso proceder a la plantación. Deberá evitarse la apertura de líneas al comienzo de la estación seca, seguida de una plantación entre 3 y 5 meses después de haber comenzado la estación de lluvias, pues en tal caso se deberán efectuar operaciones suplementarias de limpieza. También deberá programarse debidamente la desvitalización del vuelo superior para exponer los trasplantes a la luz exactamente en el momento de la plantación y no antes. Ahora bien, hay que reconocer que no es fácil cumplir con este requisito en todos los casos.
- 6 - Se deberán eliminar los árboles que crecen entre las líneas si su valor es inferior al de la especie plantada ya que representan una amenaza para los trasplantes introducidos, principalmente porque crean zonas de sombra. El mayor peligro proviene de las Musanga, Trema y Macaranga. También se deberán eliminar las plantas trepadoras procedentes del resalvo del espacio entre líneas antes de que recubran los jóvenes trasplantes y que obstruyan los caminos de acceso.
- 7 - Al efectuar los raleos se seleccionarán los tallos de mayor altura y de mejor forma (si las dimensiones son demasiado dispares, sería preferible fundar la selección simultáneamente en la forma y la altura y no únicamente en la circunferencia). El primer raleo se deberá efectuar a la edad de 3 ó 4 años, en el momento en que los trasplantes dominan el resalvo, en un 50 % de la nueva masa aproximadamente.
- 8 - En el caso particular del oeste de Africa, será preferible no utilizar especies sensibles al ataque de parásitos, como Clorophora o Khaya.

Comentario de la tabla de las especies utilizadas para los ensayos de enriquecimiento en América tropical

La tabla presenta las especies utilizadas para los ensayos de enriquecimiento o los trabajos de ordenación realizados en América tropical. Esta tabla es el resultado de la compilación de la bibliografía citada en el presente informe.

Los nombres botánicos se indican tal como aparecen en los textos originales, salvo error evidente de tipografía. En un gran número de textos no se distinguen claramente las especies de luz de las especies de sombra y, por lo tanto, las especies que plantean dudas no se mencionan en la tabla. Las especies se clasificaron según el orden alfabético de sus nombres científicos. En algunos casos, no se asocia una especie mencionada a ningún país en particular, lo que significa que dicha especie se menciona rápidamente en un documento que no hemos indicado en este informe.

Las 28 columnas corresponden a los emplazamientos o tipos de ensayos, clasificados según el orden alfabético de los países correspondientes. El asterisco significa que el ensayo se realizó mediante siembras directas.

La tabla se redujo a propósito para que todos los datos pudieran caber en una sola página. Los títulos de las columnas se repiten en la parte inferior de la página para facilitar su comprensión.

Brasil

1. Santarem, CBA - Las letras C, F, J o M indican la parcela de tratamiento silvícola enriquecida (Fuente PITT 1961)
2. Santarem, CTM - Antiguo emplazamiento del aserradero SPVEA - "+" para la especie introducida (Fuente PITT, 1961)
3. Porto Platon - "+" para las especies introducidas
4. Curua Una, patches - -idem-
5. Curua Una, líneas - Las partes D, N y H se enriquecieron total o parcialmente (Fuente PITT, 1961)
6. Curua Una, A - Ensayos de enriquecimiento mediante plantaciones en parcelas de ensayo - "+" para las especies introducidas (Fuente DUBOIS, 1971)
7. Curua Una, otras líneas - "+" para las especies introducidas (Fuente DUBOIS, 1971)
8. Igarape-Açu, Bragança A - Ensayos de enriquecimiento mediante plantaciones en parcelas de ensayo - "+" para las especies introducidas (Fuente PRODEPEF, 1976).

9. Igarape-Açu, Bragança OTP - Parcela de un solo árbol - "+" para las especies introducidas (Fuente PRODEPEF, 1976)
10. Trinidad, Bragança A - Ensayos de enriquecimiento mediante plantaciones en parcelas de ensayo - "+" para las especies introducidas (Fuente PRODEPEF, 1976)
11. Trinidad, Bragança OTP - Parcela de un solo árbol - "+" para las especies introducidas (Fuente PRODEPEF, 1976)
12. Flona, Tapajos km 53 - PRODEPEF. Resultado de los primeros ensayos:
 1. Mejor crecimiento y buen aspecto
 2. Buen crecimiento y buen aspecto
 3. Crecimiento mediano
 4. Crecimiento inicial lento
 5. Especie de interés incierto debido a los ataques de parásitos (Fuente PRODEPEF 1976)
13. Antiguo vivero de Hevea y selva secundaria (Capoera) en Belterra, Tapajos. Las letras indican los tipos de ensayos:
 A = parcelas de Anderson
 L = líneas
 R = método del resalvo (Fuente PRODEPEF, 1976)
14. Selva secundaria (Capoera) en Belterra, Tapajos - R = método del resalvo (Fuente YARED y CARPANEZZI, 1981)
15. Antiguo vivero de Hevea y selva secundaria (Capoera) en Belterra, Tapajos - "+" indica las especies para las cuales R. LOWE observó un buen crecimiento en 1980 (Fuente LOWE, 1980)
16. Reserva Ducke, INPA, Manaus - Ensayo de 12 especies plantadas en 1964 - "+" para las especies introducidas (Fuente VOLPATO, SCHMIDT y ARAUJO, 1973)
17. Reserva Ducke, INPA, Manaus - Ensayos comparativos bajo cubierta y al descubierto, de especies plantadas en 1962 y 1966 - "+" para las especies introducidas (Fuente ALENCAR y ARAUJO, 1980)
18. Estación experimental de silvicultura tropical de INPA, Manaus Caracai BR 174 - km 45 - "+" para las especies introducidas (Fuente LOWE, 1980)

Otras pruebas en América tropical

19. Colombia - C = Carare Opón (INDERENA), N = Nariño (Empresa de aserrado y contrachapado de Nariño) (Fuente BERRIO y col, 1974)
20. Costa Rica - Norte de Florencia en el emplazamiento de CATIE en Turrialba - "+" para las especies introducidas (Fuente COMBE y GEWALD, 1979)
21. Ecuador - "+" para las especies introducidas (Fuente IFLAIC, 1969)

22. México - Terreno forestal experimental de San Felipe de Bacalar en Quintana Roo. "+" para las especies introducidas (Fuente CHAVELA POLITO, 1976)
23. Perú - I = selva del Estado de Iparia o escuela de técnicos forestales, Iquitos. P = selva del Estado Alexander von Humboldt, Pucallpa (Fuente DIAZ REATEGUI 1974, RICSE TEMBLADERA y MASSON 1978, SANTANDER 1974)
24. Puerto Rico - "+" para las especies introducidas (Fuente WEAVER, 1987)
25. Surinam, Mapane - "+" para las especies introducidas (Fuente VEGA, 1976)
26. Venezuela - Bosque universitario el Caimital en Barinas - "+" para las especies introducidas.
27. Venezuela - Reserva forestal de Caparo
C = Ensayos y plantaciones piloto bajo cubierta
L = Método Limba
(Fuente Vincent, 1974)
28. Venezuela - Otros ensayos de enriquecimiento
G = reserva forestal de Gurapiche
P = reserva forestal de Turen
T = reserva forestal de Ticoporo
(Fuente DRNR/MAC, 1974)

BIBLIOGRAPHY ON ENRICHMENT PLANTING IN THE NEOTROPICS

Page numbers in the citations are those which refer specifically to enrichment planting. An asterisk at the end of a citation indicates that the source contains some data on tree growth.

1. ALBRECHTSEN, Erik (1974) Un ejemplo práctico de ensayos de especies na Región Fraguantina (parte baixa de Amazônia Brasileira). Actas de la Reunión Internacional sobre Silvicultura de Bosques Tropicales, Cali, Colombia, 2-6 diciembre 1974. IICA serie Informes de Conferencias, Cursos y Reuniones no. 61. Medellín, Colombia; Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Sección III-D: 1-16.
2. ALENCAR, Jurandyr da Cruz; ARAUJO, Vivaldo Campbell de (1968) Comportamento de espécies florestais amazônicas quanto a luminosidade. Acta Amazônica (INPA, Brasil) 18 (3): 435-444. *
3. ARAUJO, Vivaldo Campbell de (1974) Informe de Brasil. Actas de la Reunión Internacional sobre Silvicultura de Bosques Tropicales, Cali, Colombia, 2-6 diciembre 1974. IICA serie Informes de Conferencias, Cursos y Reuniones no. 61. Medellín, Colombia; Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Sección II-A-6.
4. AVILA HERNANDEZ, Mario (1962) Ordenación de los montes de la península Yucateca. Proceedings of the Fifth World Forestry Congress, Seattle, 1961. Seattle, Washington; University of Washington Press. p.2055-2057. *
5. BERRIO, Luis Jorge; PECK, Robert B.; DIAZ PAEZ, Jorge; ALONSO M., Carlos A.; RAMIREZ, Santiago; BARRIOS, Guillermo (1974) Informe de Colombia. Actas de la Reunión Internacional sobre Silvicultura de Bosques Tropicales, Cali, Colombia, 2-6 diciembre 1974. IICA serie Informes de Conferencias, Cursos y Reuniones no. 61. Medellín, Colombia; Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Sección II-D: 28-35 (Cenare-Opon), 42-43 (Nariño), 48-49 (Las Teresitas). *
6. BUDORSKI, Gerardo (1956) Sistemas de regeneración de los bosques de bajura en la América tropical. Caribbean Forester 17 (3/4): 52-75 (in Spanish), 83-84 (summary in English).
7. CEDERO SANCHEZ, Oscar (1976) Campo Experimental Forestal El Tormento, Campeche. Ciencia Forestal (INIF, México) 1 (3): 80.
8. CHAVELAS, POLITO, Javier (1976) Campo Experimental Forestal Felipe Bacalar, Quintana Roo. Ciencia Forestal (INIF, México) 1 (3): 71.
9. COMBE, Jean; GERALD, Nico J. (1979) Guía de campo de los ensayos forestales del CATIE en Turrialba, Costa Rica. Turrialba, Costa Rica; Centro Agronomico Tropical de Investigación y Enseñanza. p.22-28 (Florescia Norte). *
10. COZZO, Domingo (1964) Auspiciosos resultados de un ensayo de enriquecimiento del bosque subtropical de Misiones mediante plantación en su interior de Cordia trichotoma. Revista Forestal Argentina 8 (2): 42-44. *

11. COZZO, Domingo (1969) Siete años de ensayos en enriquecimiento del bosque subtropical utilizando Cordia trichotoma. Revista Forestal Argentina 13 (2): 44-46. *
12. DIAZ RIATEGUI, Jorge (1974) Informe del Perú. Actas de la Reunión Internacional sobre Silvicultura de Bosques Tropicales, Cali, Colombia, 2-6 diciembre 1974. IICA serie Informes de Conferencias, Cursos y Reuniones no. 61. Medellín, Colombia; Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Sección II-E-8 (Iquitos). *
13. DRNR/MAC Dirección de Recursos Naturales Renovables, Ministerio de Agricultura y Cría (1974) Informe de Venezuela. Actas de la Reunión Internacional sobre Silvicultura de Bosques Tropicales, Cali, Colombia, 2-6 diciembre 1974. IICA serie Informes de Conferencias, Cursos y Reuniones no. 61. Medellín, Colombia; Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Sección II-C: 2 (Turén), 5 (Ticoporo), 11-12 (Guarapiche).
14. DUBOIS, Jean L. C. (1971) Silvicultural research in the Amazon. Technical Report no. 3. Rio de Janeiro, Brazil; FAO project FO/SF/EBA 4 National Forestry School, Curitiba (relevant pages are noted in the preceding text of this report for CFI/ITTO). *
15. FINOL U., Herman (1964) Estudio silvicultural de algunas especies comerciales en el bosque universitario El Caimital, estado Barinas. Revista Forestal Venezolana 7 (10/11): 55-57.
16. IFLAIC. Instituto Forestal Latino-Americano de Investigación y Capacitación, Mérida, Venezuela (1969) Plantación de mejora en los países de habla hispana de los trópicos. Second session, Committee on Forest Development in the Tropics. Rome, Italy; Food and Agriculture Organization of the United Nations. Document FO/FDT-69/4-B. *
17. LAMB, Alan F. A. (1969) Enrichment planting in English-speaking countries of the tropics. Second session, Committee on Forest Development in the Tropics. Rome, Italy; Food and Agriculture Organization of the United Nations. Document FO/FDT-69/4-A, p. 54 (Trinidad).
18. LEDOUX, Paul; LOBATO, Rosa C. (1972) Primeiros experimentos de introdução no Pará, de Toona ciliata var. australis (Meliaceae), árvore suposta resistente a Epsipyla grandella (Lepidoptera). Ciência e Cultura (São Paulo, Brazil) 24 (6): 334-335 (Mazagão and Forto Platon).
19. LORE, Richard G. (1980) Report on a tour of silvicultural sites in Brazilian Amazonia. Brasília, Brazil; Project PNGD/FAO/IBDF/EBA/78/003. Unpublished typescript. *
20. LUJO, Ariel E.; FIGUEROA COLON, Julio C. (1985) Performance of Antiocephalus chinensis in Puerto Rico. Canadian Journal of Forest Research 15: 577-585. *
21. MOORE, David (1975) Enrichment of the species composition in relation to management of the tropical moist forest. Paper prepared for the (cancelled) FAO Technical Consultation on Tropical Moist Forests. FAO accession no. 35007-75-1B. p. 8.

22. PITT, C. John W. (1961) Application of silvicultural methods to some of the forests of the Amazon. Report to the Government of Brazil. Expanded Technical Assistance Program report no. 1337. Rome, Italy; Food and Agriculture Organization of the United Nations. (relevant pages are noted in the preceding text of this report for CIET/ITTO). *
23. PRODEPEP. Projeto de Desenvolvimento de Pesquisas Florestais, Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (1976) Centro de Pesquisas Florestais da Amazônia, Programação Técnica. Serie Divulgação no. 9. Brasília, Brazil; Project PNUD/FAO/BRA-45. (relevant pages are noted in the preceding text of this report for CIET/ITTO). *
24. RICSE IEMBLADERA, Alberto; MASSON, John L. (1978) Plantaciones de enriquecimiento en el Bosque Nacional Alexander von Humboldt. Documento de Trabajo no. 16. Lima, Perú; Project PNUD/FAO/PER/71/551 Demostración de manejo y utilización integral de bosques tropicales. *
25. ROSERO, Pablo (1973) Conocimientos actuales sobre manejo de bosques tropicales. Actas de la Primera Reunión Técnica de Programación sobre Desarrollo Forestal del Trópico Húmedo Americano, Medellín, Colombia, 19-24 febrero 1973. IICA serie Reuniones, Cursos y Conferencias no. 5. Medellín, Colombia; Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Sección IV-B: 10-13 (Ecuador and Venezuela). *
26. SANTANDEF, Carlos (1974) Ensayos silviculturales en un bosque tropical húmedo, Iquitos, Perú. Actas de la Reunión Internacional sobre Silvicultura de Bosques Tropicales, Cali, Colombia, 2-6 diciembre 1974. IICA serie Informes de Conferencias, Cursos y Reuniones no. 61. Medellín, Colombia; Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Sección III-E: 4 and 9. *
27. VALE, Antonio Bartolomeu do; BARROS, Nairam Félix de; FRANJI, Renato Mano (1973) Estudo sobre o enriquecimento de mata secundária, com seis espécies florestais. Revista Ceres (Viçosa, Brazil) 29 (100): 150-164. (republished in the same form and with the same title in Brasil Florestal 5 (18) 1974: 29-32) *
28. VEGA CONDORI, Leonidas (1976) Plantaciones de enriquecimiento en Surinam con especial referencia para Mapane. Curso intensivo sobre manejo y aprovechamiento de bosques tropicales, CATIE, 2 febrero - 12 marzo 1976. Turrialba, Costa Rica; Centro Agronomico Tropical de Investigación y Enseñanza. p.39. *
29. VINCENT, L. W. (1974) Orientación de investigaciones sobre sistemas de producción silvicultural de los bosques húmedos tropicales de América, en base de experiencia en el Programa de Investigación Forestal con fines de manejo en la Unidad de la Reserva Forestal de Caparo. Actas de la Reunión Internacional sobre Silvicultura de Bosques Tropicales, Cali, Colombia, 2-6 diciembre 1974. IICA serie Informes de Conferencias, Cursos y Reuniones no. 61. Medellín, Colombia; Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Sección III-C.
30. VINCENT, L. W.; BUSIAMENTE, Cesar M. (1973) El "método limba" ensayado en el Proyecto Caparo. Revista Forestal Venezolana 16 (23), Notas técnicas, 101-104.

31. VOLPATO, Eleazar; SCHMIDT, Péricles B.; ARAUJO, Vivaldo Campbell de (1973) Situação dos plantios experimentais na Reserva Florestal Ducke. I. Doze essências florestais nativas da Amazônia em plantios de enriquecimento. Acta Amazônica (INPA, Brazil) 3(1): 71-82
32. WEAVER Peter L. (1987) Enrichment plantings in tropical America. In: Figueroa, Julio C.; Hadsworth, Frank W.; Branham, Susan (eds) Proceedings of a conference on the Management of the Forests of Tropical America : prospects and technologies. Rio Piedras, Puerto Rico; USDA Forest Service Southern Forest Experiment Station, Institute of Tropical Forestry. p. 259-278
33. YARED, Jorge Alberto Gazel; CARPANEZZI, Antonio Aparecido (1981) Conversão de capoeira alta da Amazônia em povoamento de produção madeireira: o método do "recrû" a espécies promissoras. Brasil Florestal 11 (45): 57-73

Added bibliography

1. CHAPMAN, G.W.; ALLAN, T.G. (1978) técnicas de establecimiento de plantaciones forestales. Apéndice A: criterios para realizar con éxito una plantación en líneas. Estudio FAO: montes no. 8, Rome, Italy; Food and Agriculture Organization of the United Nations, p. 163-164.
2. DAHKINS, H.C. (1966) "Line-planting"; a definition and principles for the technique on tropical high-forest land. Report of the Forest Products Research Institute of the Ghana Academy of Sciences on the Institute's Research Programme. Appendix 5. Oxford, U.K.; Commonwealth Forestry Institute. p. 2
3. de GRAAF, N.R. (1966) A silvicultural system for natural regeneration of tropical rain forest in Suriname. Ph. D. thesis. Wageningen, the Netherlands; Landbouwhogeschool. p. 250
4. GRIJPMA, P.J. (ed.) (1974) Contributions to an integrated control programme of *Hypsipyla grandella* (Zeller) in Costa Rica. Wageningen, the Netherlands; Landbouwhogeschool
5. LAMB, A.F.A. (1967) Artificial regeneration within the humid lowland tropical forest. First session, Committee on Forest Development in the Tropics. Rome, Italy; Food and Agricultural Organization of the United Nations. Document FO:PDT-67/3, p. 14 [reprinted in Unasylva 22 (4) 1968: 7-15 and Commonwealth Forestry Review 48 (1) 1969 : 41-53]
6. ROBERTS, H. (1968) An outline of the biology of *Hypsipyla robusta* Moore, the shootborer of the Meliaceae (mahoganies) of Nigeria, together with brief comments on two stem borers and one other Lepidopteran fruit borer also found in Nigerian Meliaceae. Commonwealth Forestry Review 47 (3): 225-232
7. WEAVER, P.L.; BAUER, G.P. (1986) Growth survival and shoot borer damage in mahogany plantings in the Luquillo forest in Puerto Rico. Turrialba 36 (4): 509-522
8. WILSON, K.F. (1981) Report on the inventory of the mahogany plantations in the Columbia River Forest Reserve. Belmopan, Belize; Forest Department. Unpublished typescript report.

BIBLIOGRAFIA RELATIVA A AFRICA TROPICAL

- ALBA, P. : A propos de l'enrichissement des forêts denses de l'Ouest africain. Revue Bois et Forêts des Tropiques n° 32, novembre-décembre 1953
- ARNOUX (1958 ?) : Enrichissement en Okoumé de la région de Kribi. Introduction d'Okoumé au Cameroun.
- AUBREVILLE, A. (1948) : Etude sur les forêts de l'Afrique Equatoriale française et du Cameroun (Bulletin scientifique n° 2 du Ministère de la France d'Outre-mer, Direction de l'Agriculture, de l'Elevage et des Forêts).
- AUBREVILLE, A. : Visite aux plantations de Limba du Moyen Congo. Revue Bois et Forêts des Tropiques n° 27, janvier-février 1953.
- AUBREVILLE, A. : L'expérience de l'enrichissement par layons en Côte d'Ivoire. Revue Bois et Forêts des Tropiques n° 29, mai-juin 1953
- AUBREVILLE, A. : Forêts sauvages ou sylviculture. Revue Bois et Forêts des Tropiques n° 33, janvier-février 1954.
- BELIGNE, V. ; BALLE PITY, E. : Croissance du Niangon en plantation. CTFT Côte d'Ivoire 1979
- BERGEROO-CAMPAGNE, B. : Evolution des méthodes d'enrichissement de la forêt dense de la Côte d'Ivoire. Revue Bois et Forêts des Tropiques N° 58 mars-avril 1958, N° 59 mai-juin 1958
- BERTRAND, A. : La déforestation en zone de forêt en Côte d'Ivoire. Revue Bois et Forêts des tropiques n° 202 4ème trim. 1983
- BANQUE MONDIALE : Sabah Forestry Technical Assistance Project. Seminar on the future role of forest plantations in the national economy incentives required to encourage investments in forest plantation development - December 1987
- BIRAUD, J. (1961) : Les plantations artificielles d'Okoumé : enrichissements (2ème conférence forestière interafricaine, Pointe Noire, 1958)
- BIRAUD, J. ; CATINOT, R. (1961) : Extension et restauration forestière au Gabon. CTFT Nogent-sur-Marne.
- BONNET ; MASIMBERT, M., de NEEFF, P. (1971) : Le framiré. Essai d'enrichissement sous deux types de couvert à l'Abbé et à Mopri. Essai de cinq types de plants à l'Abbé (CTFT de Côte d'Ivoire)
- CATINOT, R. ; LEROY-DEVAL, J. : Essais de destruction de la forêt dense par empoisonnement au Gabon. Revue Bois et Forêts des tropiques n° 69 janvier-février 1960
- CATINOT, R. : Sylviculture tropicale en forêt dense africaine (BFT 100 03-04/65 ; 101 05-06/65 ; 102 07-08/65 ; 103 09-10/65 ; 104 11-12/65)

- CATINOT, R. : Le présent et l'avenir des forêts tropicales humides. (Possibilités biologiques et économiques des écosystèmes forestiers tropicaux. les limites de leur transformation. référence particulière à l'Afrique tropicale). Revue Bois et Forêts des tropiques N° 154 mars-avril 1974.
- CATINOT, R. : Etude sur les systèmes d'aménagement dans les forêts tropicales mixtes d'Afrique francophone. Document FAO.
- COLLET (1950) : Etude sur la forêt classée de Makak et du Nyong. Annexe au rapport annuel de 1949. ESEKA
- C.T.F.T. (1967) : Techniques et méthodes à employer pour tirer un profit économique maximum des forêts tropicales naturelles. Comité de la Mise en Valeur des Forêts dans les Tropiques, 1ère session, Rome, octobre 1967
- C.T.F.T. (1987) : Amélioration de la jachère arborée dans l'agriculture itinérante en Afrique tropicale humide de basse altitude.
- DONIS, C. (1948) : essai d'économie forestière au Mayumbe. INEAC, Institut National pour l'Etude Agronomique du Congo Belge.
- DONIS, C. ; MAUDOUX, E. (1951) : Sur l'uniformisation par le haut. Une méthode de conversion des forêts sauvages. (Publications de l'Institut National pour l'Etude Agronomique du Congo Belge, INEAC)
- DONIS, C. (1956) : La forêt dense congolaise et l'état actuel de sa sylviculture (in Bulletin agricole du Congo Belge. Vol. XLVII (1956) n° 2, p. 261 à 320)
- DONIS, C. (1957) : Sylvicultures tropicales. Buts, voies et moyens. Annales de Gembloux, 63ème année 3ème trimestre 1957 N° 3, pp. 186-202
- DONIS, C. (1959) : La forêt dense congolaise et l'état actuel de sa sylviculture. Sylviculture tropicale Vol. III. Etude des forêts et des produits forestiers, collection FAO n° 13, Rome 1959
- DONIS, C. (1960) : Aménagement intensif ou extensif des forêts tropicales. Bulletin de l'Institut Agronomique et des Stations de recherches de Gembloux, pp. 157-176, tome XXVIII, n° 2, 1960
- FAO (1968) : Comité de la mise en valeur des forêts dans les tropiques. Rapport de la 1ère session, 18-20 octobre 1967, Rome
- FAO (1970) : Comité de la mise en valeur des forêts dans les tropiques. Rapport de la 2ème session, 21-24 octobre 1969, Rome
- FAO (1983) : Les ressources forestières de l'Afrique et leur aménagement. Commission des Forêts pour l'Afrique, 6ème session., Arusha Tanzanie, septembre 1983.
- FOREST DEPARTMENT, Sierra Leone (1958) : Rapport d'activité présenté à la 2ème session de la Conférence Interafricaine Forestière, Pointe Noire 1958

- GOUDET, J.P. (1968) : Etude de la croissance de parcelles anciennes de Framiré en forêt de Yapo. Travaux d'éclaircie réalisés sur une parcelle de 16 ans (CTFT de Côte d'Ivoire)
- GOUDET, J.P. (1978) : Note sur le Framiré en régénération artificielle (CTFT)
- GOUDET, J.P. ; GUINAUDEAU, F. (1968) : Etude de plantations d'Acajou -parcelle 1952 forêt de Nzida (CTFT de Côte d'Ivoire)
- GOUDET, J.P. ; VILLENEUVE, A. (1969) : Etude de plantations d'Okoumé en basse Côte d'Ivoire (CTFT de Côte d'Ivoire)
- GOUGET, P. (1952) : Etude sur la forêt de Makak-Nyong. Essai d'interprétation des résultats obtenus par la méthode d'enrichissement en layons. (in Bois et Forêts des Tropiques n° 22, 1952)
- GRANDCLEMENT (1947) : Le traitement et l'enrichissement de la forêt dense. Revue Bois et Forêt des Tropiques n° 3, 3ème trimestre 1947.
- GRISON, F. (1978) : Note sur les plantations de Fraké en forêt semi-décidue (Centre de Recherches Forestières, Cameroun)
- GRISON, F. (1979) : Note sur les plantations de Framiré en forêt semi-décidue (station de Bilik) (Centre de Recherches Forestières Cameroun).
- GROULEZ, J. (1961) : Centre d'essais forestiers de Loudima (CTFT du Congo)
- GROULEZ, J. (1975) : Note sur les plantations de conversion dans les forêts tropicales humides. Revue Bois et Forêts des Tropiques n° 162 juillet-août 1975
- GUINAUDEAU, F. (1966) : Etude des parcelles de Framiré de Yapo-Nord et d'Aké-Béfiat (CTFT de Côte d'Ivoire)
- GUINAUDEAU, F. ; PRUVOT, P. et MARSEILLE, J.C. (1967) : Etude de la parcelle D31 (forêt de Yapo-Sud). Plantation en layons de Niangon (CTFT de Côte d'Ivoire)
- GUISCAFRE, J. (1954) : Rapport sur la forêt de Mbalmayo (service des Eaux et Forêts, Inspection du Centre).
- GUISCAFRE, J. (1956) : Note sur les travaux d'enrichissement en forêt de Mbalmayo (Service des Eaux et Forêts, Inspection du Centre).
- HAMEL, O ; MALAGNOUX, M. (1981) : Essai d'enrichissement en layons d'une forêt guinéenne sèche au Sénégal. Institut Sénégalais de Recherches Agricoles/Centre de Recherche Forestière Dakar (contribution au Congrès IUFRO Kyoto)
- HUMBLET, P. (1958) : Communication sur la politique sylvicole au Congo Belge. Sylviculture tropicale Vol. III. Etude des forêts et des produits forestiers, collection FAO n° 13, Rome 1958

- LANE, D.A. (1958) : Notes on silvicultural methods in use in Ghana. Artificial regeneration systems, pp. 471-472. Deuxième conférence forestière interafricaine, Pointe Noire 1958
- LEROY-DEVAL, J. (1976) : Biologie et sylviculture de l'Okoumé. Tome 1 : la sylviculture de l'Okoumé (éditions du CTFT)
- LETOUZEY, R. (1970) : Manuel de botanique, tome 2 (éditions du CTFT)
- LOWE, R.G. (1973) : Initial account of a Teak thinning experiment. (Fed. Dep. of Forest Research, Ibadan)
- LOWE, R.G. (1975) : The problem of natural regeneration in tropical moist forests in Nigeria (Fed. Dep. of Forest Research, Ibadan)
- LOWE, R.G. (1975) : Farm forestry in Nigeria (Fed. Dep. of Forest Research, Ibadan)
- LOWE, R.G. (1975) : Ore forestry experimental station (Fed. Dep. of Forest Research, Ibadan)
- LOWE, R.G. (1975) : Natural regeneration investigation n° 273 at Ugo (Sapoba forest reserve). (Fed. Dep. of Forest Research, Ibadan)
- LOWE, A.G. (1978) : Experience with the tropical shelterwood system of regeneration in natural forest in Nigeria (in Forest Ecology and Management, 1. (1977 published 1978)
- LOWE, R.G. ; WALKER, P. (1977) : Classification of canopy, stem, crown, status and climber infestation in natural tropical forest in Nigeria (in J. appl. Ecol. (1977), 14, 879-903)
- MAHEUT, J. ; DOMMERGUES, Y. (1961) : Les teckeraies de Casamance (Sénégal, Eaux et Forêts)
- MARTINOT-LAGARDE, P. : Le Niangon en plantation serrée sous forêt en Côte d'Ivoire. Revue Bois et Forêts des tropiques n° 80 novembre-décembre 1961
- MARTINOT-LAGARDE, P. (1961) : Les reboisements en Azobé, Framiré et Cassia dans la basse Côte d'Ivoire (CTFT de Côte d'Ivoire)
- MAUDOUX, E. (1958) : Rapport sur les méthodes artificielles de régénération et d'amélioration des peuplements. 2ème session de la Conférence Interafricaine Forestière, Pointe Noire 1958
- MAUDOUX, E. (1958) : Rapport général sur l'état des recherches forestières au Congo Belge. 2ème session de la Conférence Interafricaine Forestière, Pointe Noire 1958
- MAUDOUX, E. (1958) : Nouvelle technique d'enrichissement des forêts denses hétérogènes. La plantation par placeaux denses espacés. 2ème Conférence Forestière Interafricaine, Pointe Noire 1958, pp. 294-304

- MENGIN-LECREULX, P. ; MAITRE, H.F. (1986) : les systèmes d'aménagement dans les forêts denses humides d'Afrique. Note pour l'Atelier International sur l'Aménagement et la Régénération des Forêts denses Humides (Caracas, Venezuela, novembre 1986)
- MENSBRUGE, G. de la (1966) : Etude sylvicole des principales essences commerciales (CTFT de Côte d'Ivoire)
- MINISTERE DE LA COOPERATION (France) (1976) : Memento du forestier
- MORELLET, J. (1952) : Une expérience sylvicole au Cameroun. Revue Bois et Forêts des Tropiques n° 25 septembre-octobre 1952
- MORELLET, J. (1958) : Rapport général sur le Cameroun. Sylviculture tropicale Vol. III. Etude des forêts et des produits forestiers, collection FAO n° 13, Rome 1958
- NEPVEU, O. (1974) : les plantations expérimentales de Samba en Côte d'Ivoire (CTFT de Côte d'Ivoire)
- NGOUAH-MAVIANE, P. (1961) : Enrichissement en forêt dense dans la région Douala-Yabassi (Cameroun, Eaux et Forêts)
- NTIMA, O.O. (1968) : the araucarias (Commonwealth Forestry Institute, Oxford)
- PARCE : Projet d'Aménagement et de Reboisements des Forêts du Centre-Est du Sénégal. Rapports annuels.
- ROSEVEAR, D.R. ; LANCASTER, P.C. (1953) : Historique et aspect actuel de la sylviculture en Nigéria. Revue Bois et Forêts des tropiques n° 28 mars-avril 1953
- ROUANET, R. (1952) : Rapport sur la Guinée Française. Première Conférence Forestière Interafricaine, Abidjan, 4-12 décembre 1952
- SCHIRLE, A. (1973) : Note sur la station de la Mangombé (CTFT du Cameroun)
- SAWYERR, J.S. (1962) : The development and maintenance of the forest resources of Sierra Leone. United Nation Conference on the application of science and technology for the benefit of the less developed areas
- SODEFOR (1985) : Dispositif d'étude de l'évolution de la forêt dense ivoirienne suivant différentes modalités d'intervention sylvicole. Présentation des principaux résultats après quatre années d'expérimentation. CTFT Nogent-sur-Marne - CTFT Abidjan, avril 1985.
- TARIEL, J. (1965) : Les plantations pour la production de bois d'oeuvre en forêt semi-décidue. Considérations générales. Notes sur la croissance du Samba et du Framiré (CTFT de Côte d'Ivoire)
- TARIEL, J. (1965) : Le Teck en Côte d'Ivoire. Note sur la sylviculture et la croissance des peuplements destinés à la production de bois d'oeuvre (CTFT de Côte d'Ivoire)

TAYLOR, C.J. (1954) : La régénération de la forêt tropicale dense dans l'Ouest africain. Revue Bois et Forêts des Tropiques n° 37 septembre-octobre 1954

VACLAV, E. (1976) : Forestry in Liberia. Silvicultura Tropica et Subtropica N° 5 (21-40)

VACLAV, E. (1978) : Trees of forest plantations in Sierra Leone. Silvicultura Tropica et Subtropica N° 6 (65-69)

WENCELIUS, F. (1979) : Note sur la station de la Mangombé (mise à jour au 1.1.79) (Centre de recherches Forestières, Cameroun)

YOUNGANG, J. (1978) : Rapport annuel d'activité 1976-1977 de la Direction des Eaux et Forêts et Chasses (Cameroun).