

**MEJORAMIENTO GENETICO FORESTAL EN JAPON Y ALGUNAS  
IDEAS PARA LA COOPERACION EN MEJORAMIENTO  
GENETICO FORESTAL**

Shigeru Eiga<sup>1</sup>

## I. MEJORAMIENTO GENETICO FORESTAL EN JAPON.

### 1. Historia de el mejoramiento genético forestal en Japón

(1) *Epoca de administración preforestal - Degradación de los bosques debido a la selección masiva negativa como resultado del corte selectivo de los mejores árboles*

Japón es un país de bosques que ha desarrollado una cultura de la madera, utilizando los recursos forestales durante mucho tiempo. Sin embargo, hasta que se introdujo la administración forestal, podría decirse que una selección masiva negativa e inconsciente había sido puesta en práctica. Es decir, el cortar y utilizar sólo los mejores árboles de los bosques naturales, dando de este modo un efecto negativo a los bosques desde el punto de vista genético

(2) *Mejoramiento genético forestal por gente amante de los bosques - Creación de variedades locales mediante estacas*

La plantación artificial de árboles se inició hace unos quinientos años en Japón. Una de las especies más importantes de Japón, el Sugi (*Cryptomeria japonica*), por ejemplo, fue cultivada ampliamente plantando directamente estacas en la parte sur de Japón durante aquellos días. La gente que ama el bosque ha venido creando muchas variedades con superiores características de crecimiento, troncos rectos y adaptabilidad ambiental. Como resultado, se produjeron más de doscientas variedades de Sugi mediante reproducción asexual por estacas.

(3) *Clasificación de variedades - Clasificación de variaciones genéticas dentro de las especies*

Hace aproximadamente cien años, se iniciaron plantaciones bastante extensas, y se utilizaban plantas de semillero en lugar de estacas porque no resultaba fácil la producción de una gran cantidad de estacas con costos reducidos y también porque las estacas sólo podían emplearse en lugares limitados de Japón. Durante la fase inicial de este período, se distribuyeron ciertas variedades, procedentes de lugares específicos, por todo el país. Como resultado, aparecieron plantaciones bastante malas debido a la falta de adaptación de las variedades a las condiciones locales. Aprovechando las ventajas proporcionadas por los fallos, se establecieron distritos de distribución de semillas y de plantines mediante la aprobación de una ley. Al mismo tiempo, se clasificaron muchas variedades locales de Sugi en base a sus características

(4) *Mejoramiento genético forestal proyectado - Promoción del proyecto nacional de mejoramiento genético forestal*

Después de la II Guerra Mundial, Japón se vio obligado a lanzar un proyecto de repoblación forestal por todo el país con el fin de rehabilitar los bosques devastados y para incrementar la productividad forestal. Por lo tanto, el gobierno tomó la iniciativa y formuló "El plan de mejoramiento genético forestal mediante la selección de árboles plus" y "La guía de las actividades de mejoramiento genético forestal". Los gobiernos nacional y provinciales empezaron los trabajos de mejoramiento genético forestal en 1957, y el gobierno nacional inició la ayuda a los gobiernos locales para el mejoramiento genético forestal.

---

<sup>1</sup> Dr. Centro Nacional de Mejoramiento de Arboles Forestales- Agencia Forestal, Ibaraki, Japón

## 2. Status-quo del mejoramiento genético forestal en Japón.

### (1) Cambio de las situaciones en torno a los bosques y la forestación en Japón, y mejoramiento genético forestal

Japón tenía que solucionar la gran deforestación causada por la última guerra, y tenía que satisfacer una rápida demanda de madera para ir al día con su crecimiento económico. Por tal motivo, el gobierno inició el proyecto de selección de árboles plus y empezó a seleccionar árboles con características superiores de crecimiento y de calidad. Este proyecto de mejoramiento genético forestal se llevó a cabo junto con otras actividades de repoblación forestal a gran escala por todo el país.

El gobierno lanzó también otros proyectos de mejoramiento genético para crear variedades mejoradas que fueran tolerantes a los daños climáticos y a los insectos así como a enfermedades tales como la de los nematodos de madera de pino. Como resultado de estos esfuerzos nacionales, Japón goza ahora de unos diez millones de hectáreas de plantaciones de árboles, lo que representa aproximadamente el cuarenta por ciento de todos los bosques.

No obstante, los bosques y la silvicultura en Japón se ven obligados a satisfacer las diversas demandas de la gente en el momento actual. Parece ser que la gente hace hincapié en la importancia de los bosques para la conservación de la tierra, en la calidad del agua, en los aspectos culturales y educativos, como almacenaje de genes, etc. De este modo, el mejoramiento genético forestal se ve obligado a satisfacer diversas demandas. Tenemos que incluir muchas especies, tenemos que diversificar los métodos de mejoramiento, crear variedades mejoradas diversificadas y ampliar la base de recursos de genes para futuras actividades de mejoramiento.

### (2) Objetivos y estructura institucional del mejoramiento genético forestal

#### 1) Objetivos del mejoramiento genético forestal y sus políticas fundamentales.

Los objetivos del mejoramiento genético forestal son los de aumentar el crecimiento de los árboles, mejorar la calidad de la madera, y aumentar la tolerancia al clima, insectos y enfermedades mediante la mejora de caracteres genéticos, contribuyendo de este modo a la mayor productividad forestal y a las funciones públicas de los bosques.

Se formularon las siguientes políticas fundamentales para operar en forma eficaz las actividades de mejoramiento genético forestal.

Tabla 1 : Políticas fundamentales

- |  |
|--|
| <p>-Expansión de la gama de especies seleccionadas, aplicación de diversos métodos de mejoramiento y creación de diversas variedades mejoradas.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Mejora genética de las variedades de grupos como por ejemplo los árboles superiores.</li> <li>2 Creación de variedades mejoradas con diversas características complejas.</li> <li>3 Creación de variedades mejoradas adecuadas para áreas y objetivos específicos.</li> <li>4 Creación de variedades mejoradas en respuesta a las demandas de diversas operaciones forestales.</li> <li>5 Creación de variedades mejoradas de árboles de hoja ancha.</li> <li>6 Creación de variedades mejoradas de productos forestales secundarios y de vegetales silvestres.</li> <li>7 Cría mejorada de especies tropicales y subtropicales.</li> </ol> |
|--|

El propósito de estas es el de satisfacer las necesidades de la gente en cuanto a los bosques con el fin de ayudar al desarrollo de las diversas operaciones de los bosques y a emplear de forma eficaz los recursos forestales (Tabla 1)

#### 2) Estructura institucional para las actividades de mejoramiento genético forestal en Japón.

##### a. Instituto de mejoramiento genético forestal (FOTBI).

El FOTBI es un instituto nacional conectado con la Agencia Forestal. Es la organización central responsable de todo el mejoramiento genético forestal. Las oficinas principales del FOTBI de la ciudad de Takahagi tiene dos secciones, seis divisiones y cuatro laboratorios con sesenta empleados, incluyendo a dieciocho investigadores.

Las oficinas principales controlan cuatro oficinas de mejoramiento regional que están instaladas en cada región de mejoramiento

Cada oficina de mejoramiento regional tiene uno o dos laboratorios para investigación, y tres divisiones para asuntos generales, mantenimiento de recursos genéticos, extensión, etc

En total, el personal del instituto consta de 158 personas, incluyendo a 44 investigadores Nueve de los investigadores tienen el título de Doctor en Filosofía (Ph.D)

Las funciones principales de FOTBI son las de producir buenas variedades y de propagar sus productos mejorados, recolectar y conservar recursos genéticos, y realizar la extensión y ofrecer asistencia técnica a la plantilla de la Agencia Forestal y gobiernos provinciales

b Oficinas forestales regionales de la Agencia Forestal y de los gobiernos regionales

Los gobiernos regionales, bajo la guía técnica de FOTBI, son responsables del establecimiento y de la administración de semilleros y jardines clonales, de donde se producen las semillas y estacas y se entregan a las cooperativas de viveros forestales. Estas cooperativas producen los plantines preparados y los venden a propietarios de bosques privados y también a bosques nacionales

Las oficinas forestales regionales se encargan también de la administración de semilleros y los plantines los producen las oficinas forestales de distritos para su propia utilización. Sin embargo los plantines que deben implantarse en bosques nacionales se reemplazan gradualmente por los producidos por el sector privado

Se preparan pruebas de progenie en bosques nacionales y privados y estas organizaciones se encargan de su administración (Fig. 1)

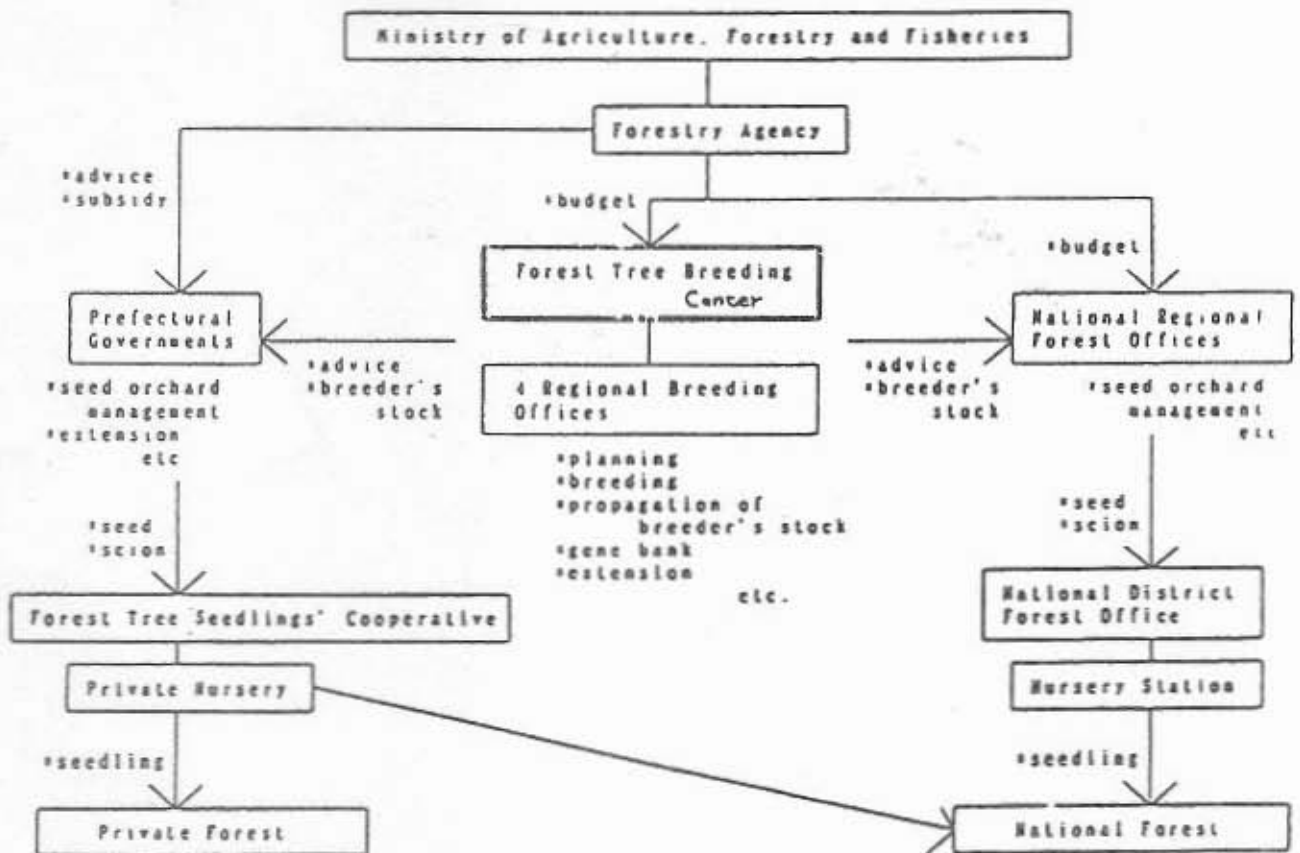


Fig. 1. Sistema de implementación de actividades de mejoramiento genético forestal.

(3) Actividades actuales de mejoramiento genético forestal en Japón.

1) Regiones de mejoramiento.

Japón se divide en cinco regiones de mejoramiento. Cada región consta de varios distritos de mejoramiento que se establecen en base a las condiciones ambientales tales como la temperatura y la lluvia (Fig. 2)

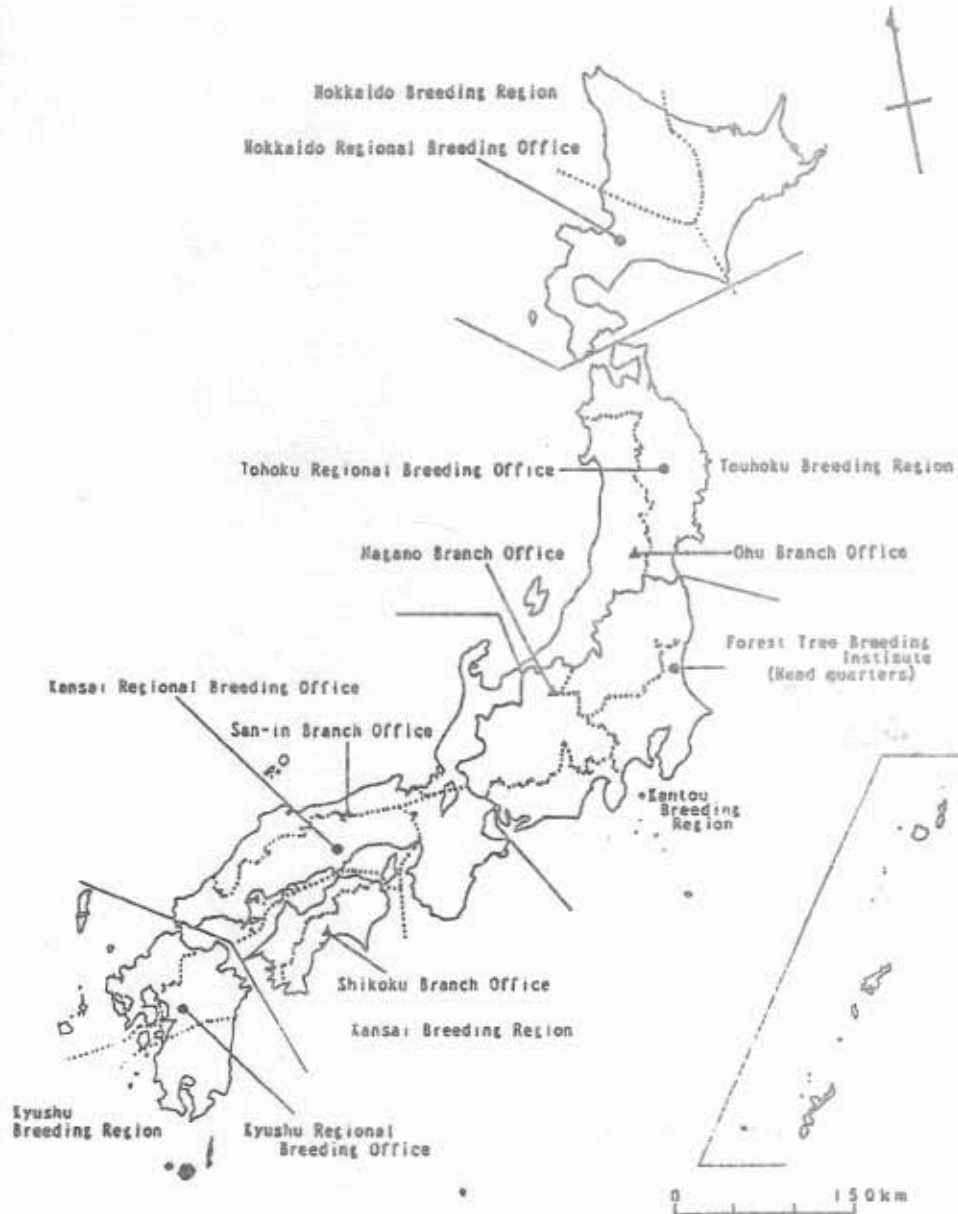


Fig. 2. Centro de Mejoramiento genético forestal y regiones de mejoramiento.

## 2) Especies en mejoramiento.

La silvicultura en Japón emplea, según estimaciones, 184 especies. Sin embargo, hasta la fecha, se han seleccionado unas 50 especies para plantaciones artificiales, de las cuales 20 son árboles de hoja acicular (coníferas) y 30 son árboles de hoja ancha.

Tabla 2. Especies en mejoramiento en Japón.

Arboles de hoja caduca acicular	Arboles de hoja ancha
<i>Cryptomeria japonica</i>	<i>Quercus acutissima</i>
<i>Chamaecyparis obtusa</i>	<i>Quercus mongolica</i>
<i>Pinus densiflora</i>	<i>Quercus serrata</i>
<i>Pinus thumbergii</i>	<i>Fagus crenata</i>
<i>Larix kaempferi</i>	
<i>Picea jezoensis</i>	
<i>Abies sachalinensis</i>	
<i>Pinus luchensis</i>	

## 3) Objetivos de mejoramiento.

## \* Crecimiento.

Características de la tasa de crecimiento y tipo de crecimiento para repoblación forestal.

## \* Calidad de la madera.

Características como peso específico, rectitud, grano espiralado, resistencia de la madera, color de la médula, para especies con propósitos de construcción.

## \* Tolerancia.

Tolerancia al clima, condiciones atmosféricas, enfermedades, e insectos para especies y lugares específicos.

## \* Adaptabilidad.

Características de tolerancia a la sombra y tolerancia a tierra árida para repoblación forestal.

## \* Composición química.

Calidad y cantidad de los componentes principales y extractivos.

## \* Características específicas.

Capacidad de echar raíces, producción de hongos Shiitake y volumen de flores masculinas para especies y lugares específicos (Fig. 3).

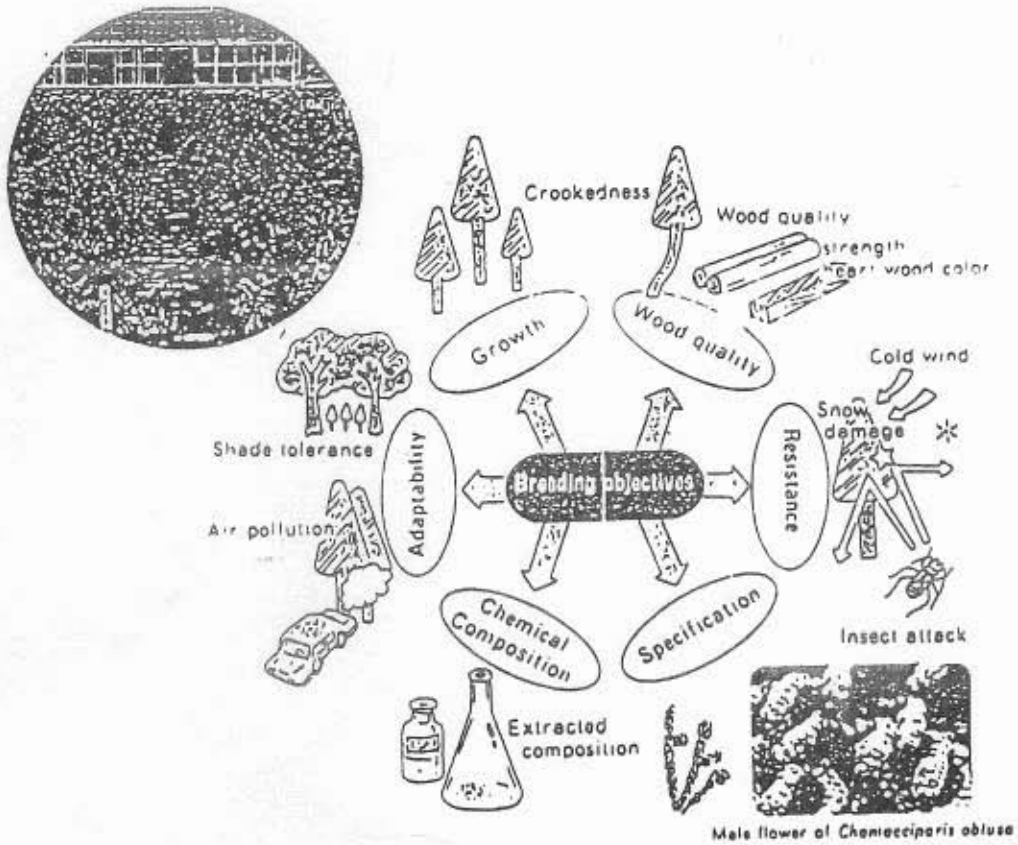


Fig. 3: Objetivos de mejoramiento

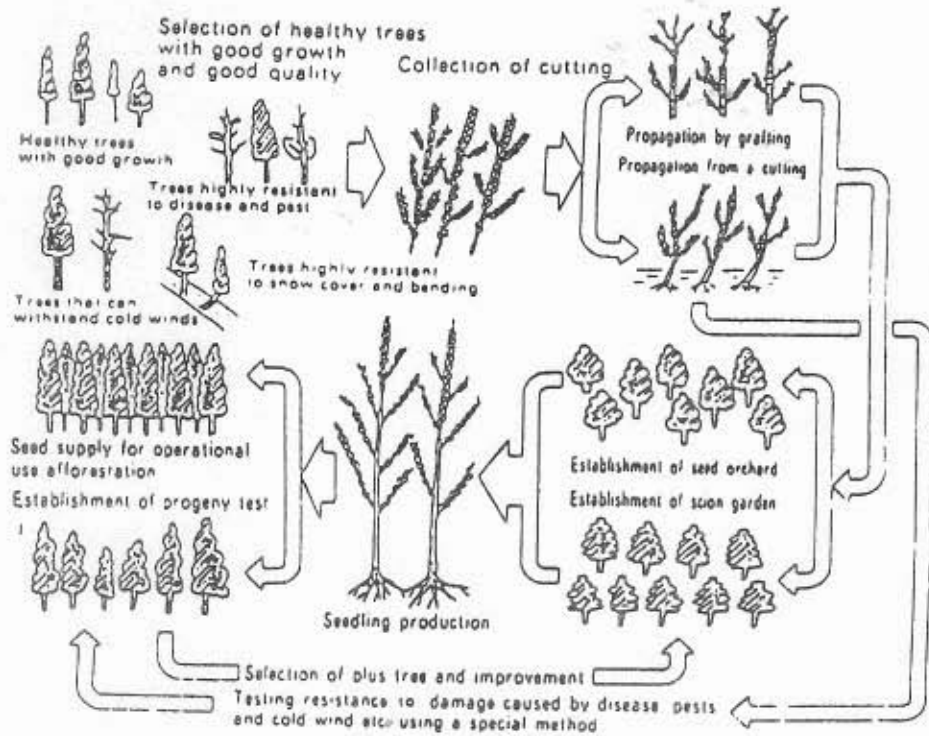


Fig. 4: Mejoramiento genético mediante selección masal.



4) Métodos de mejoramiento genético.

\* Selección masal.

Los árboles seleccionados se plantan juntos en un semillero. Las semillas polinizadas abiertamente se recolectan de cada uno de estos árboles. Se hacen pruebas de las progenies de cada árbol para ver sus peculiaridades. Los árboles padres se reselectionan para mejorar la calidad de las semillas (Fig. 4)

\* Hibridación (cruzamientos)

Después de realizar algunos cruzamientos, se seleccionan las familias que tienen las peculiaridades buscadas. Se llevan a cabo pruebas de las progenies (Fig. 5)

4) Métodos de mejoramiento genético



Controlled pollination of pine



Fig. 5: Mejoramiento genético mediante cruzamientos.

5) Producción de variedades mejoradas (tabla 3).

Tabla 3: Proyectos principales de mejoramiento genético forestal en Japón.

PROYECTO	
1	Selección de árboles plus
2	Proyecto del banco de genes
3	Mejoramiento de la tolerancia al clima
4	Mejoramiento de troncos para cultivo de hongos Shiitake ( <i>Lentinus edodes</i> )
5	Mejoramiento de la tolerancia a los nematodos de madera de pino
6	Mejoramiento de la calidad de madera del alerce japonés, <i>Larix kaempferi</i> (grano espiral)
7	Mejoramiento de la tolerancia del cedro japonés ( <i>Crymmeria japonica</i> ) a las perforaciones de la corteza
8	Polinización controlada para la segunda generación
9	Cultivo de tejidos
10.	Evaluación de la calidad de la madera

a. Selección de árboles plus.

Los árboles que muestran un buen crecimiento y buenas cualidades (árboles plus) se seleccionan y se reproducen artificialmente, y se plantan para crear semilleros y jardines clonales. Con estos semilleros se producen semillas mejoradas. Esta es la parte principal del proyecto de mejoramiento genético forestal y en la actualidad, el porcentaje de semillas mejoradas para repoblación forestal es aproximadamente del 50% (Tabla 4).

Tabla 4: Estadísticas del mejoramiento forestal en Japón en 1992.

	Number of plus trees	Seed orchards	Scion gardens	Progeny test
		ha	ha	ha
<i>Cryptomeria japonica</i>	3.684	470 (189)	299 (202)	1.064 (1.289)
<i>Chamaecyparis obus</i>	1.047	341 (167)	1 ( 9)	621 ( 490)
<i>Pinus densiflora</i>	1.013	120 ( 83)	--	333 ( 224)
<i>Pinus thunbergii</i>	528	39 ( 30)	--	55 ( 42)
<i>Larix kaempferi</i>	574	184 ( 40)	--	154 ( 90)
<i>Picea jezoensis</i>	589	33 ( 9)	--	58 ( 29)
<i>Abies sachalinensis</i>	789	175 ( 22)	--	274
<i>Pinus luchuensis</i>	95	5 ( 3)	--	--
Others	1.047	23 ( 13)	2 ( 1)	34 ( 22)
<b>TOTAL</b>	<b>9.348</b>	<b>1.388 ( 536)</b>	<b>303 (212)</b>	<b>3.133 (2.259)</b>

( ) Number of sites

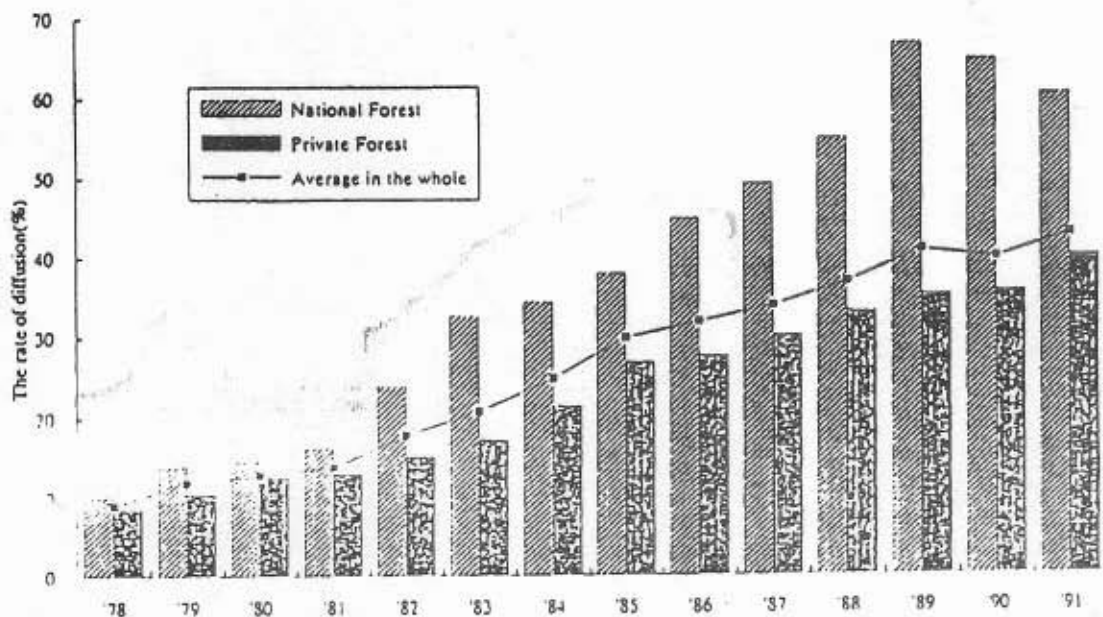


Fig. 6: Relación de difusión



## b. Mejoramiento de la tolerancia en relación a daños climáticos.

Los árboles tolerantes a los daños climáticos, como por ejemplo a la escarcha y a los vientos fríos, se han venido seleccionando desde 1970. Se han seleccionado unos 7500 árboles, principalmente Sugi (*Cryptomeria japonica*) y Hinoki (*Chamaecyparis obtusa*) en bosques seriamente dañados. De acuerdo con los experimentos, la tolerancia a la escarcha y a los vientos fríos se evalúa con pruebas de congelación o desecación con plántulas jóvenes y estacas. Se establecerán plantaciones para pruebas de los árboles seleccionados.

Se han establecido semilleros y jardines clonales para la producción de árboles mejorados tolerantes a la escarcha y vientos fríos (Tabla 5).

Tabla 5: Mejoramiento de la tolerancia a los daños climáticos.

Item	Candidates trees	Seed orchard	Scion garden	Test Plantation
National Forest	1.971	15 ha	--- ha	67 ha (97) Size
Private Forest	5.425	70	13	112 (117)
TOTAL	7.396	85	13	179 (214)

## c. Mejoramiento de la tolerancia en relación a nematodos de madera de pino

Se recolectaron los árboles sanos resistentes de varios lugares severamente atacados. Después de probar la tolerancia con aplicaciones artificiales, se seleccionaron 92 pinos rojos japoneses (*Pinus densiflora*) y 16 pinos negros (*Pinus thumbergii*). Los árboles se reprodujeron artificialmente y se plantaron en semilleros de 14 hectáreas. De los semilleros se consiguieron semillas mejoradas con tolerancia a nematodos de madera de pino. En algunas regiones, hay ahora disponibles árboles tolerantes. El "Waka-matsu" (*Pinus thumbergii* X *Pinus massoniana*) híbrido con tolerancia a nematodos de madera de pino también se ha conseguido.

d. Mejora de troncos cortados para cultivo de setas Shiitake (*Lentinus edodes*)

Se recolectaron árboles para troncos que se seleccionaron entre robles japoneses (*Quercus acutissima* y *Q. serrata*). Se recolectaron también ramas de los árboles.

Después de probar la productividad de las setas (hongos Shiitake), se seleccionaron los árboles que tenían los mejores troncos para la producción de setas y se plantaron estacas de estos árboles para establecer semilleros y poder suministrar este material mejorado. La selección ha sido terminada y se han establecido ya los semilleros.

## e. Mejora de la calidad de la madera del alerce japonés (grano espiralado).

Desde 1980 se ha venido realizando un proyecto de mejoramiento del alerce japonés (*Larix kaempferi*). El objetivo de este proyecto es el de mejorar genéticamente defectos serios del alerce japonés tales como el retorcimiento y la combadura.

Se han seleccionado 249 árboles superiores mediante el examen del grano espiralado, retorcimiento y combadura de árboles preliminarmente seleccionados en base a Índice de crecimiento y forma del tallo procedentes de 45 lugares. La intensidad de selección media fue del 5,3%.

f. Mejoramiento de la tolerancia del cedro japonés (*Cryptomeria japonica*) a las perforaciones de la corteza.

Desde 1983 se han venido seleccionando árboles con tolerancia al barrenador de la corteza del cedro japonés (*Semanotus japonicus* y *Resseliella odal*) en lugares seriamente dañados de los bosques.

g. Mejoramiento genético de especies exóticas introducidas.

Se ha probado la adaptabilidad y utilidad de coníferos europeos y americanos. Los árboles han sido plantados en distintas regiones de Japón durante los últimos 30 años. Sin embargo, ninguno de los árboles exóticos es superior en la actualidad, al Sugi o Hinoki (Tabla 6)

Tabla 6: Principales especies exóticas en Japón.

Familia	Especie
Pinaceae	<i>Pinus strobus</i>
	<i>P. sylvestris</i>
	<i>Picea abies</i>
	<i>P. glauca</i>
	<i>P. mariana</i>
Betulaceae	<i>Betula pendula</i>
	<i>B. pubescens</i>
	<i>Alnus glutinosa</i>

6) Desarrollo de la investigación en mejoramiento genético

a. Polinización controlada para la segunda generación

El propósito de esta línea de investigación es la selección de árboles superiores de la siguiente generación entre la población mejorada producida mediante polinización controlada entre árboles característicos

b. Cultivo de tejidos

El propósito de esta investigación es el de desarrollar técnicas de cultivo de tejidos empleando embriones o brotes para propagar con rapidez clones superiores.

c. Evaluación de la calidad de la madera

El propósito de esta línea de investigación es el de evaluar la capacidad hereditaria, parámetros genéticos, y variaciones genéticas para las características principales de la calidad de la madera con el fin de mejorar la calidad de la madera del Sugi, Hinoki, alerce japonés, etc.

7) Proyecto del banco de genes.

El Ministerio de Agricultura, Silvicultura y Pesca ha venido realizando el "Proyecto del banco de genes del Ministerio de Agricultura, Silvicultura y Pesca" desde 1985, que consiste en cinco secciones de recursos genéticos, plantas, animales, microorganismos, árboles forestales y organismos marinos.

El Instituto de Mejoramiento Genético Forestal es el banco central de los recursos genéticos de árboles forestales. Su papel es el de cooperar con las organizaciones implicadas con el fin de proteger y conservar los recursos genéticos existentes para generaciones futuras y, cuando sea necesario, para suministrar recursos genéticos

a. Conservación de recursos existentes y de la variedad de maderas para satisfacer las diversas demandas de los métodos de mejoramiento genético forestal.

b. Conservación de especies que se enfrentan a la extinción y que son recursos genéticos vegetales potenciales.

c. Asegurar otros materiales e investigaciones científicas, etc.

Se lleva a cabo la recolección, conservación y evaluación de las características de los recursos genéticos, y se realizan también investigaciones y estudios relacionados (Fig. 7).

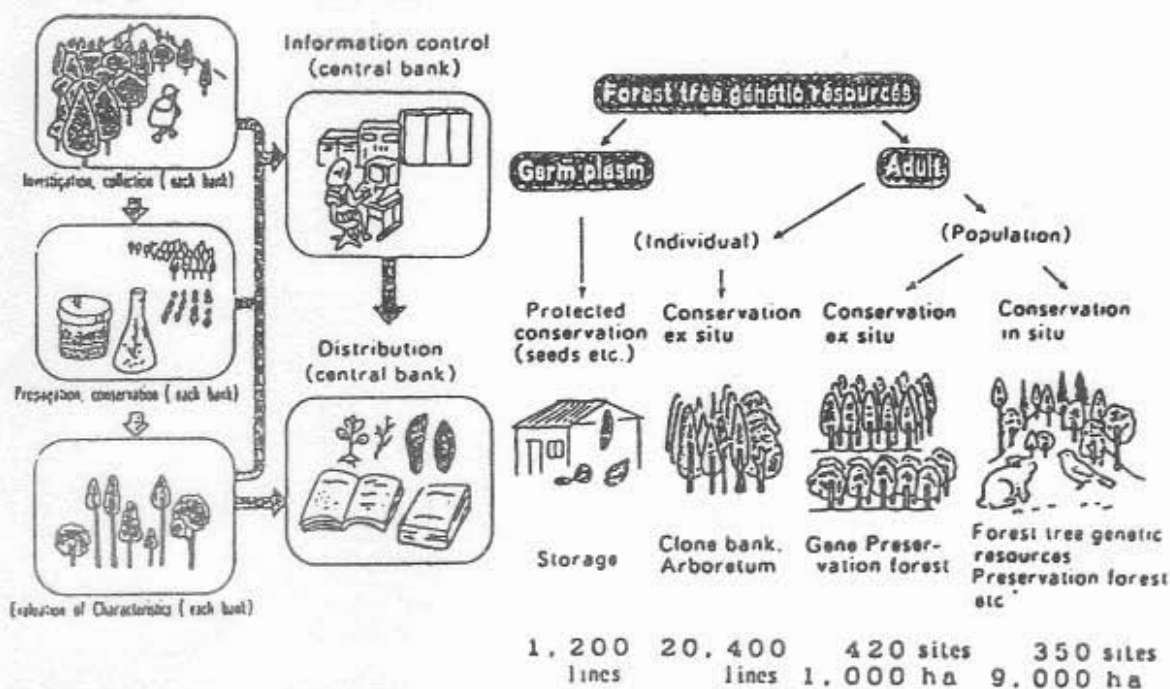


Fig. 7: Proyecto del banco de genes

8) Promoción de la investigación en Mejoramiento Genético

a. Trabajos e investigaciones en mejoramiento genético forestal

Mediante los trabajos de mejoramiento genético se crean variedades mejoradas. Por lo tanto, los trabajos actuales y la investigación deben estar muy relacionados. Deben establecerse los temas de investigación para crear variedades mejoradas uniformes (Tablas 7 y 8)

Tabla 7 Temas de investigación.

- \* Para promocionar variedades mejoradas
  - \* Creación y mejora genética de grupos de variedades como por ejemplo de los árboles plus
  - \* Creación y mejora genética de variedades individuales con diversas características complejas
  - \* Creación de variedades mejoradas adecuadas para áreas y objetivos específicos
  - \* Promoción de mejoramiento genético en respuesta a las demandas de diversas operaciones forestales
  - \* Promoción de mejoramiento genético forestal de especies útiles de hoja ancha
  - \* Promoción del mejoramiento de productos forestales secundarios, de vegetales silvestres y repoblación forestal
- \* Para promocionar el mejoramiento genético en respuesta a la cooperación técnica con países de ultramar
- \* Para promocionar la conservación y utilización de los recursos genéticos
- \* Para promocionar la utilización de tecnología de vanguardia en el mejoramiento genético forestal

Tabla 8: Número de temas y temática

	Subject
Research Subject	9
Main theme	16
Sub theme	36
Theme	161

## b Aspectos principales.

## (a) Creación de la siguiente generación de la población mejorada.

Seleccionar las progenies de lo que se ha obtenido mediante la polinización controlada, y crear la siguiente generación de árboles superiores

## (b) Desarrollo de variedades tolerantes

Desarrollar métodos simples y/o métodos de pruebas tempranas con el fin de evaluar la tolerancia, para que sea posible la selección urgente de variedades tolerantes a daños climáticos, de plagas y enfermedades.

## (c) Mejora de la calidad de la madera

Evaluar el valor práctico de la madera y las características de la madera tales como los módulos de elasticidad y el color y contenido de humedad de la médula del árbol, para ayudar a crear variedades mejoradas en cuanto a calidad y crecimiento.

## (d) Desarrollo de biotecnología

Desarrollar técnicas para distinguir unidades individuales usando isoenzimas y DNA  
Introducción de técnicas para recombinar DNA

## II. MEJORAMIENTO GENÉTICO FORESTAL EN EL MUNDO.

El mejoramiento genético forestal en el mundo varía de acuerdo con las situaciones de cada país, como por ejemplo la situación económica en general, propiedad y patrón de utilización de los bosques, y etapa de desarrollo de las industrias forestales y de la silvicultura. Las fases de desarrollo en el mejoramiento genético forestal pueden ser como sigue

- \* Fase de conservación de recursos genéticos ... Demarcación de bosques como lugares con prohibición de cortar árboles, recolección y conservación de semillas de árboles superiores.
- \* Fase de investigación de mejoramiento genético forestal ... Las organizaciones de investigación, tales como universidades, han iniciado pruebas tales como las de origen.
- \* Prueba modelo de mejoramiento genético forestal ... Se inician actividades de mejoramiento genético forestal de pequeña escala.
- \* Fase principal de mejoramiento genético forestal ... Se está realizando el mejoramiento genético forestal a gran escala en todo el país.

Muchos países tropicales están, por lo general, en las fases iniciales de el mejoramiento genético forestal, y los países de zonas templadas han entrado en las fases principales de el mejoramiento genético forestal.

El mejoramiento genético forestal de cada país en el área templada tiene sus propias características dependiendo de su situación económica, estructura social, propiedad y patrón de utilización de bosques, y etapa de desarrollo de la silvicultura y de la industria forestal.

Pueden identificarse los países siguientes, cuando se clasifican desde el punto de vista del tipo de organizaciones que toman iniciativas en el mejoramiento genético forestal.

- \* Empresas privadas ... EE.UU.
- \* Empresas gubernamentales y privadas ... Suecia, Finlandia
- \* Gobiernos locales ... Australia, China
- \* Gobierno ... Corea

### 1. EE.UU.

El mejoramiento genético forestal en EE.UU. se caracteriza por su organización. Las "Cooperativas de mejoramiento genético forestal" se organizan mediante universidades, institutos de investigación forestal, empresas de madera, y empresas de pulpa y papel. Realizan proyectos comerciales de mejoramiento genético forestal para asegurar variedades superiores y para crear variedades tolerantes a insecticidas y enfermedades.

El programa de mejora de árboles de la cooperativa entre la universidad y la industria de Carolina del Norte es un buen ejemplo. Entre sus proyectos se encuentran la selección de árboles plus, creación y administración de semilleros, pruebas de progenies, producción de plantines y plantación y trabajos de investigación y desarrollo para producción de madera para pulpa usando madera de *Pinus taeda*, *Pinus elliottii*, y otros.

Weyerhause, en la costa oeste, realiza por si misma el mejoramiento genético forestal.

## 2. Suecia

Suecia muestra un buen modelo de mejoramiento genético forestal en el mundo.

El Instituto para Mejora Forestal es la organización central del país. Fue reorganizada partiendo de la Asociación para la Mejora Forestal anterior, en 1967, apoyada por el gobierno y el sector privado, y actualmente financiada la mitad por el gobierno y la mitad por el sector privado. Las especies principales son el *Pinus sylvestris*, *Pinus contorta*, *Picea abies*, género *Larix*, etc. La selección y los cruzamientos son los métodos principales.

## 3. China

Los gobiernos central y locales cooperan estrechamente para realizar el mejoramiento genético forestal.

La corporación de semillas del gobierno central está a cargo de toda el mejoramiento genético forestal del país, y las corporaciones de semillas provinciales se encargan de la producción y distribución de semillas. Las universidades y organizaciones de investigación se encargan de la planificación y de dar guías técnicas para las actividades de mejoramiento genético forestal.

Las especies principales son *Cunninghamia lanceolata*, *Pinus massoniana*, *Larix spp.*, *Populus spp.*, y *Eucalyptus spp*

## 4. Corea

En el caso de Corea, es el gobierno el que ha tomado la iniciativa en la investigación para la producción de semillas

El Instituto de Genética Forestal de la Agencia Forestal es el responsable. Puesto que las especies adecuadas no se encuentran entre las especies nativas para la cría, los proyectos de mejoramiento genético forestal se basan en combinaciones de especies exóticas introducidas, cruzamiento y selección. El Rigitaeda pine (*Pinus rigida* X *Pinus taeda* F1) es un buen resultado de la introducción y cruzamiento, y se emplea para plantaciones en la práctica

Otros proyectos importantes son la sección para *Pinus densiflora* y *Pinus thumbergii*, y la cría mediante selección para *Abies holoptylla* y *Castanea crenata* (castaños)

## 5. Otros países.

Hay otros países tales como Alemania y Dinamarca que están realizando un buen trabajo en mejoramiento genético forestal.

Es también remarcable ver los resultados obtenidos en Australia y Nueva Zelanda en el mejoramiento de *Pinus radiata* (Fig. 8).



Tabla 9: Actividades de mejoramiento genético forestal en varios países.

<u>País</u>	<u>Organización promotora</u>	<u>Especies principales</u>	<u>Métodos de mejoramiento</u>
<u>Suecia</u>			
Cooperación del gobierno e industrias			
Organización central - El Instituto de mejora forestal			
Financiado la mitad por el gobierno y la mitad por las industrias			
	<i>Pinus sylvestris</i>	Selección	
	<i>Pinus contorta</i>	Cruzamiento	
	<i>Picea abies</i>	Cultivo de	
	<i>Larix</i>	tejidos	
<u>EE.UU.</u>			
Cooperativas de mejora de árboles, que constan de industrias, gobiernos y universidades. Proyectos comerciales de mejora de árboles para asegurar variedades superiores y variedades resistentes a enfermedades e insectos			
Combinación estrecha de plantaciones e investigación			
	<i>Pinus taeda</i>	Selección	
	<i>Pinus eliotti</i>	Cruzamiento	
<u>Corca</u>			
Mejoramiento genético forestal a cargo del gobierno desde la investigación a la producción operacional de semillas			
Organización central - El Instituto de Genética Forestal, Agencia Forestal.			
	<i>Rigitaeda pine</i>	Exótico	
	<i>Pinus densiflora</i>	Cruzamiento	
	<i>Pinus thumbergi</i>	Selección	
	<i>Abies holopylla</i>		
	<i>Castanea crenata</i>		
<u>China</u>			
Cooperación del gobierno central y gobiernos locales			
Las corporaciones de semillas provinciales producen y distribuyen las semillas.			
Las universidades y organizaciones de investigación ayudan en la operación real con guía técnica			
	<i>Cunninghamia lanceolata</i>	Selección	
	<i>Pinus massoniana</i>	Cruzamiento	
	<i>Larix spp</i>		
	<i>Populus spp</i>		
	<i>Eucalyptus spp</i>		



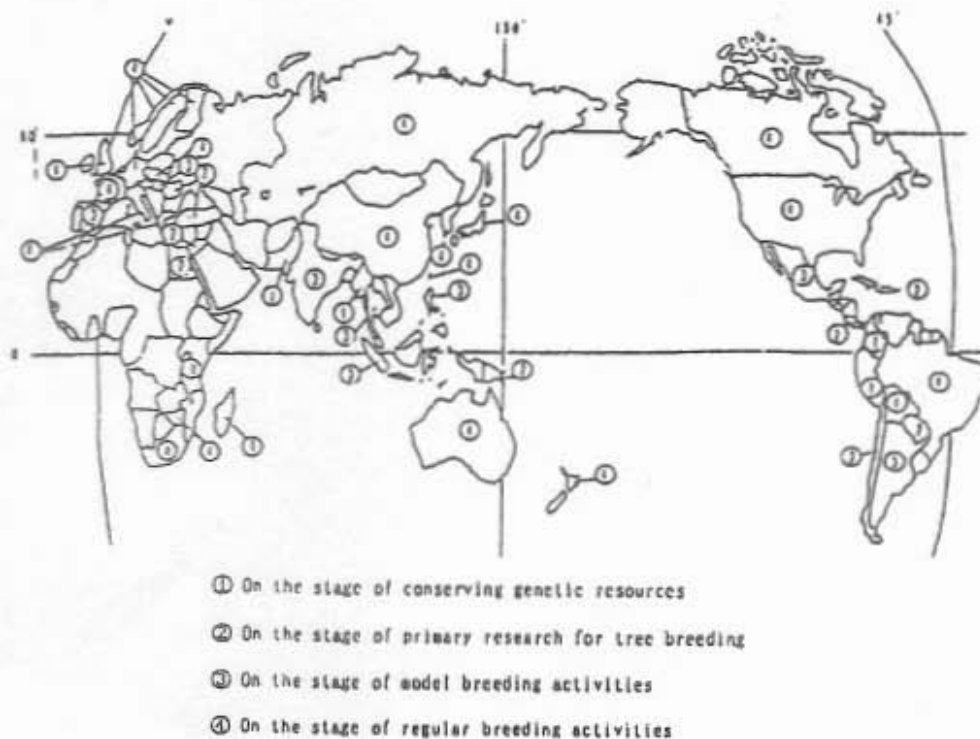


Fig. 8. Etapas para las actividades de mejoramiento genético forestal en el mundo

### III. ALGUNAS IDEAS PARA LA COOPERACIÓN EN MEJORAMIENTO GENÉTICO FORESTAL.

Hasta ahora hemos hablado de la historia de el mejoramiento genético forestal en Japón, de los objetivos de la actividades actuales de mejoramiento, de las políticas básicas, estructura institucional y su operación, métodos de mejoramiento y otros temas. Hemos explicado también brevemente las situaciones de mejoramiento genético en otros países.

La cooperación técnica externa japonesa en el sector forestal, se inició hace unos veinte años. En la actualidad hay unos veinte proyectos en operación en quince países, la mayoría de los cuales están en Asia.

El Instituto de Mejoramiento Genético Forestal de Japón apoya estos proyectos de JICA. Estamos aceptando a unos cien estudiantes y colaboradores en nuestro instituto y enviamos a muchos expertos en mejoramiento genético forestal para plazos cortos cada año al extranjero. Es un placer poder cooperar con las cada día más solicitudes procedentes de países en desarrollo en el sector de mejoramiento genético forestal, porque consideramos que es una actividad muy importante para establecer plantaciones y administrar incluso los bosques naturales.

A continuación se dan algunas guías generales e importantes para la promoción del mejoramiento genético forestal.

#### 1. Estipulación de los objetivos nacionales de mejoramiento genético forestal dentro del bosque y con condiciones forestales del país.

Esto es muy importante y necesario. El gobierno debe establecer sus objetivos nacionales sobre el mejoramiento genético forestal, después de haber estudiado profundamente la historia de sus bosques y la silvicultura, después de sopesar el papel actual y futuro dentro de la región y de haber identificado a lo que el mejoramiento genético forestal debe contribuir.

Los objetivos deben estipularse claramente y autorizarse de una forma apropiada.

## 2. Establecimiento de una organización o sistema de promoción de mejoramiento genético forestal.

La organización o sistema que realiza realmente el mejoramiento genético forestal varía de acuerdo con la situación del país como hemos mencionado en el capítulo II. En todo caso, el establecimiento de una organización o sistema con clara visión de la responsabilidad sería muy importante, porque el mejoramiento genético forestal es un trabajo muy largo y continuo y los esfuerzos continuos son inevitables.

## 3. Establecimiento de un plan de mejoramiento genético forestal.

Debería establecerse un plan nacional básico de mejoramiento genético forestal para lograr los objetivos nacionales deseados. En base a este plan, sería posible progresar uniformemente en el mejoramiento genético forestal. A continuación se mencionan algunos puntos importantes que deben incluirse en el plan.

### (1) Distritos de mejoramiento y objetivos de mejoramiento en cada distrito.

Japón se divide en cinco regiones para mejoramiento genético forestal en base a situaciones tales como las especies y las condiciones climáticas. Cada región consta de distritos de mejoramiento que se han establecido en base a la tierra, a las variedades, etc. Esto puede ayudar a promocionar una mejoramiento genético forestal apropiado y eficaz con las condiciones locales específicas. Es también importante mencionar con claridad los objetivos de mejoramiento, es decir, lo que debe lograrse en cierto período de tiempo.

### (2) Especies y calidad a mejorarse.

Las especies propuestas deben seleccionarse en base a las condiciones locales, necesidades de las especies y ambiente social y económico. Además, también debe decidirse la calidad deseable de las especies, que es el objetivo directo de mejoramiento genético, y deben hacerse especificaciones por ejemplo en cuanto a crecimiento, calidad de la madera, y tolerancia a los daños, en base a las necesidades y condiciones locales.

### (3) Proyección del volumen de los trabajos de mejoramiento.

Los números prácticos y reales del volumen del trabajo de mejoramiento deben proyectarse como por ejemplo la selección, cruzamiento y conservación de materiales genéticos, distribución de materiales básicos, establecimiento, investigación y análisis de bosques de prueba progenies, y establecimiento de semilleros y jardines clonales.

Es también importante compilar regularmente estadísticas y comprobar el progreso de los proyectos.

### (4) Conservación de recursos genéticos.

Es importante conservar de forma apropiada los recursos genéticos de los árboles para futuros materiales de mejoramiento. Por lo tanto, en todo plan de mejoramiento genético forestal debe implementarse un programa para conservar los recursos genéticos.

### (5) Plan de investigación de mejoramiento genético forestal y establecimiento de una base de datos.

El plan de investigación sobre mejoramiento genético forestal debe formularse de modo que cada tema de investigación pueda contribuir a la creación de nuevas variedades en estrecho contacto con las actividades reales de plantación. El plan que incluya los temas de investigación debería controlarse de forma sistemática.

Es importante formar una base de datos porque se producirían muchos datos importantes en los lugares de prueba y experimentos a largo plazo.

Deberían considerarse las provisiones de presupuestos para investigación e instalaciones que sean necesarias, y contar con suficiente personal de investigación con el fin de asegurar un progreso uniforme de las actividades de investigación.