

SERIE

af



20 MAYO 1980

BIBLIOTECA  
FAO  
SANTIAGO - CHILE

RESERVA

FO: DP/CHI/76/003

DOCUMENTO DE TRABAJO Nº 31

## INVESTIGACION Y DESARROLLO FORESTAL

CORPORACION NACIONAL FORESTAL  
ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS  
PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION

### METODOLOGIA PARA LA INSTALACION Y ANALISIS DE ENSAYO DE INTRODUCCION DE ESPECIES FORESTALES

J. A. Prado	A. Rustom
S. Barros	A. Vita
R. Rojas	G. Cogollor
D. Barros	S. Alvarez

ENERO 1980

SANTIAGO DE CHILE

FO: DP/CHI/76/003  
DOCUMENTO DE TRABAJO Nº 31

## INVESTIGACION Y DESARROLLO FORESTAL

CORPORACION NACIONAL FORESTAL  
ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS  
PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION

### METODOLOGIA PARA LA INSTALACION Y ANALISIS DE ENSAYO DE INTRODUCCION DE ESPECIES FORESTALES

J. A. Prado	A. Rustom
S. Barros	A. Vita
R. Rojas	G. Cogollor
D. Barros	S. Alvarez

ENERO 1980

SANTIAGO DE CHILE

FAO/BI/76/204261

## P R E F A C I O

El presente trabajo titulado "Metodología para la Instalación y Análisis de Ensayo de Introducción de Especies", es el resultado del tercer informe preparado como parte de un Subcontrato entre el Proyecto CONAF/PNUD/FAO-CHI/76/003 "Investigación y Desarrollo Forestal", el Instituto Forestal y la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad de Chile.

Con la certeza de que este documento constituye un valioso aporte en la investigación de especies forestales alternativas, hemos querido dar una mayor divulgación de la materia mencionada, acción que creemos tendrá gran acogida en las personas interesadas en el estudio sobre introducción de especies en nuestro país.

Los autores de este Documento son los señores José Antonio Prado, Santiago Barros, Patricio Rojas y Daniel Barros todos ellos por el Instituto Forestal. Por la Universidad de Chile, los señores Antonio Rustom, Antonio Vita y Gabriel Cogollor. Como colaborador el señor Sergio Alvarez. A todos ellos el Proyecto les agradece sinceramente por la calidad del estudio y la eficiencia demostrada durante su elaboración.



BERTRAM HUSCH  
Director Internacional



HERNAN CORTES S.  
Director Nacional

## R E S U M E N

El presente documento describe y analiza los antecedentes técnicos básicos para el establecimiento de ensayos de introducción de especies. Propone, además, pautas para la evaluación posterior de los ensayos y para el manejo de la información obtenida.

Finalmente, entrega una lista de proveedores de semilla y del número de semillas por kilogramo de algunas especies forestales.

## S U M M A R Y

The document describes and analyzes the basic technical specifications for the establishment of species introduction trials. In addition, it proposes guides for the subsequent evaluation of the trials and the use of the information obtained.

A list of seed suppliers and estimations of the numbers of seeds per kilogram for a number of forest tree species are provided.

Clasificación Decimal Oxford: 232.11

## I N D I C E

	Pág.
PREFACIO.	
1. INTRODUCCION .....	1
2. OBJETIVOS .....	2
3. CONSIDERACIONES GENERALES .....	3
3.1. Fases de un programa de Introducción de especies	4
3.1.1. Fase Eliminatoria .....	4
3.1.2. Fase de Adaptación y Crecimiento de las especies .....	5
3.1.3. Fase de Comprobación de las especies ....	6
3.2. Fases propuestas para los futuros ensayos .....	7
3.3. Ensayos de procedencia .....	8
4. SELECCION DE LOS LUGARES DE ENSAYO O ESTACIONES EXPERIMENTALES .....	10
4.1. Antecedentes climáticos .....	11
4.2. Antecedentes de suelo .....	11
4.3. Accesibilidad del lugar .....	12
4.4. Aspectos generales .....	12
5. DESCRIPCION DE LOS LUGARES DE ENSAYO .....	14
5.1. Clima .....	14
5.2. Suelo .....	16
5.3. Topografía .....	17
5.4. Vegetación .....	17
5.5. Otros antecedentes .....	17

	Pág.
6. SELECCION DE LAS ESPECIES A ENSAYAR .....	20
6.1. Empleo del clima en la sección de las especies .	22
6.1.1. Climógrafos .....	22
6.1.2. Hiterógrafos .....	23
6.1.3. Diagrama ombrotérmico de Gausson-Walter .	23
6.2. Otras consideraciones para la elección de especies .....	24
6.2.1. Consideraciones ecológicas .....	26
6.2.2. Consideraciones biológicas .....	26
7. OBTENCION DE SENILLAS .....	28
7.1. Procedencias y variedades .....	28
7.2. Identificación y Certificación .....	29
7.3. Disponibilidad .....	30
8. DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANALISIS DE LA INFORMACION ....	32
8.1. Diseño estadístico .....	33
8.1.1. Diseño de Bloques al azar .....	33
8.1.2. Diseño completamente aleatorizado .....	35
8.1.3. Repeticiones .....	36
8.1.4. Tamaño y tipo de parcela .....	37
8.2. Análisis de la Información .....	38
8.2.1. Variables .....	38
8.2.2. Alternativas de evaluación .....	38
8.2.3. Alternativas de Análisis .....	40
8.2.3.1. Análisis de Varianza .....	40
8.2.3.2. Alternativas no paramétricas ...	41
8.2.3.3. Análisis multivariante .....	41
8.2.3.4. Análisis de Componentes <u>pr</u> incipales .....	41
9. INSTALACION DE LOS ENSAYOS .....	43
9.1. Producción de Plantas .....	43

	Pág.
9.1.1. Consideraciones generales .....	43
9.1.2. Selección .....	44
9.1.3. Identificación .....	45
9.1.4. Registros .....	45
9.1.5. Transporte .....	46
9.2. Establecimiento .....	47
9.2.1. Preparación de sitio .....	47
9.2.2. Plantación .....	47
9.2.3. Replante .....	47
9.2.3. Marcación y ubicación .....	48
9.2.5. Protección y mantención .....	48
10. CONTROLES .....	50
10.1. Periodicidad de las mediciones .....	50
10.2. Variables a medir .....	50
10.3. Época de medición .....	52
10.4. Inspecciones .....	52
10.5. Tarjeta de Control .....	53
11. ALMACENAMIENTO Y MANEJO DE LA INFORMACION .....	55
BIBLIOGRAFIA .....	57
ANEXO	
ANEXO N° 1. Lista de proveedores de semilla del Instituto Forestal y Número de semillas por Kg. de algunas especies propuestas para futuros ensayos .....	61
Lista de Publicaciones del PROYECTO CONAF/PNUD/FAO-CHI/76/003 .....	66

## 1. INTRODUCCION.

Los ensayos de introducción de especies realizados en Chile muchas veces se han efectuado sin una metodología definida. En tal sentido, el presente documento pretende servir como una fuente básica de consulta para posteriores ensayos de este tipo.

La inversión que significa un estudio de introducción de especies y la importancia que tienen los antecedentes que se desea obtener, justifican por sí solo la elaboración de una metodología para la instalación y el análisis de los futuros ensayos. Esto debido a que suponen una serie de actividades que es necesario planificar y desarrollar metódicamente, basados en consideraciones técnicas y prácticas, que conduzcan, en el mínimo tiempo y al menor costo posible, a la obtención de los resultados requeridos.

Toda vez que se desee instalar nuevos ensayos se deberá considerar, además de los aspectos técnicos que entrega este documento, otros factores que aseguren su permanencia por el tiempo que sea necesario, para obtener de ellos el máximo de información posible.

## 2. OBJETIVOS.

El objetivo central de esta línea de investigación es la individualización de especies forestales, exóticas o nativas, que posean desarrollo bajo las diversas condiciones de sitio que presenta el país, puedan generar un nuevo recurso en aquellos terrenos que son marginales para el crecimiento de las especies tradicionales, o constituyan una alternativa económicamente interesante para evitar el monocultivo forestal.

Los objetivos específicos del presente trabajo son:

- Definir una metodología estandar para la realización de nuevas experiencias de introducción de especies. Por esto se debe establecer y uniformar aquellos procedimientos conducentes a la:

Selección de las especies y procedencias a ensayar.  
Producción de plantas.  
Elección de los lugares de ensayo.  
Instalación de los ensayos.

- Establecer un diseño experimental estandar, que asegure la creación de una muestra simple y económica, pero, a la vez, es tadísticamente consistente.

- Entregar alternativas en cuanto a la metodología de análisis de los resultados a obtener, acordes con el diseño experimental empleado en la instalación de los ensayos.

### 3.. CONSIDERACIONES GENERALES.

Cuando las masas boscosas naturales de un país son inadecuadas, están agotadas o las especies nativas no son aptas para la repoblación forestal, debido a su lento crecimiento, a la baja calidad de sus productos o a las alteraciones que ha sufrido el medio, se hace necesario introducir nuevas especies, que sean capaces de adaptarse al nuevo ambiente y satisfacer ciertas necesidades definidas.

Ante la interrogante ¿qué especie es posible introducir, que cumpla con los requerimientos básicos de adaptación, rápido desarrollo y buena calidad de sus productos?, surge la necesidad de la investigación.

La selección de especies mediante el empleo de climas análogos es importante como una primera etapa, ya que permite eliminar, de partida, una serie de especies económicamente interesantes, pero que se desarrollan en condiciones absolutamente diferentes a las del lugar a repoblar.

Cuando con el solo antecedente de similitud climática se hace la introducción de una especie en gran escala, se corren grandes riesgos económicos y/o ecológicos. Por ejemplo, actualmente en Nueva Zelanda se arrasan considerables superficies plantadas con Pinus contorta de más de 20 años de edad, para ser repobladas con Pinus radiata, ya que mantener la primera especie resulta antieconómico.

Si bien es cierto que es posible predecir, en cierta medida, la respuesta de una especie en el lugar donde se desea introducir, mediante la comparación de homoclimas, resultaría muy aventurado extrapolar las características y desarrollo de una especie en su habitat natural, al lugar de introducción.

Esto se debe a que la respuesta de una especie está condicionada a una serie de factores, que van más allá de una posible similitud climática, a través de la cual resulta imposible determinar la capacidad de adaptación de una especie, la cual puede superar el desarrollo y la calidad, logradas en su lugar de origen, en condiciones muy diferentes.

Estos antecedentes, que se consideran más detalladamente en la Sección N° 6 "Selección de las Especies a ensayar", justifican la necesidad de realizar ensayos de Introducción de Especies.

considerando todas aquellas que resulten de interés y que provengan de zonas relativamente semejantes.

Con este criterio se deberá ensayar un gran número de especies, por lo que es necesario establecer varias etapas en un proyecto de introducción, con el fin de que el programa sea practicable, ya que normalmente la disponibilidad de recursos es limitada y existe la necesidad de obtener los resultados en el menor período de tiempo posible.

### 3.1. Fases de un programa de Introducción de Especies.

Muchos de los autores que se han preocupado de este tema (Metro, 1967, Laurie 1975, Burdon 1978, Burley and Hood 1979), coinciden en que un programa de Introducción de Especies debe constar de tres fases: Fase Eliminatoria, Fase de Adaptación y crecimiento y Fase de comprobación de las Especies.

Sin embargo, existen diferentes recomendaciones en cuanto a la duración de las fases y al tamaño de las parcelas en cada una de ellas.

#### 3.1.1. Fase Eliminatoria.

El objetivo de esta Fase es ensayar una gran cantidad de especies que por algún motivo se consideren de interés, con el objeto de eliminar tempranamente todas aquellas que no presenten buenos resultados, referidos principalmente a supervivencia y crecimiento, de modo de reducir la cantidad de especies a ensayar en la segunda Fase a un número manejable.

El número de especies a ensayar en la primera Fase dependerá de:

- a) La disponibilidad de fondos.
- b) La disponibilidad de personal técnico idóneo.
- c) La disponibilidad de semillas.
- d) El potencial ecológico del área. En un buen sitio es mucho mayor la cantidad de especies posibles de adaptar que en un sitio pobre.
- e) Los fines que se persiguen con el programa de forestación al que responde el ensayo de Introducción de Especies.

La "parcela" de ensayo debe ser lo más pequeña posible, dentro de un límite que haga posible su análisis, por ejemplo, pueden ser filas de 5 a 10 plantas por especie. Se recomienda que en esta fase el tamaño de la parcela no exceda las 25 plantas, aunque puede ser mayor si se consideran hileras de aislamiento.

En definitiva, el tamaño de la parcela dependerá del número de especies a ensayar, de la cantidad de semilla y fondos disponibles.

En cuanto a la duración de esta Fase, existen distintas opiniones, Laurie (1975) sugiere que en vista de que existen especies con distintas velocidades de crecimiento, estas parcelas de eliminación deben evaluarse por lo menos durante cinco años y hasta que no transcurra ese período no se considera fracasada ninguna especie. Burley y Wood (1979) proponen que el término de la fase se fije en función de la rotación de las especies, por ejemplo, un décimo o dos décimos de la rotación.

A juicio de los autores esta fase de eliminación en ningún caso debe prolongarse más allá de los 10 años cuando se han ensayado especies de crecimiento lento. Si se trata de especies de rápido desarrollo, por ejemplo, especies del género *Eucalyptus*, esta fase puede concluirse a los 5 años e incluso antes.

Algunos investigadores proponen que los ensayos se repitan en años sucesivos a fin de que los resultados negativos tengan la mayor validez y no obedezcan a causas fortuitas, secundarias o fácilmente remediables, por ejemplo, condiciones climáticas anormales (período de sequía), ausencia de micorrizas, u otras. (Metro, 1967).

### 3.1.2. Fase de Adaptación y Crecimiento de las Especies.

Las especies seleccionadas en la Fase anterior y por su crecimiento y supervivencia, deben ser sometidas a una segunda Fase de prueba, cuyo objetivo es seleccionar un número reducido de especies. Pueden ser dos o tres especies por ensayo.

En este caso las parcelas de ensayo son de mayor tamaño, 60 a 120 árboles, según el espaciamiento (Laurie, 1975) de modo que ya se pueda obtener información acerca del potencial de producción en volumen.

Es esencial que las parcelas se dispongan según un diseño apropiado, aleatorizado y repetido, susceptible de análisis esta-

dfstico (Laurie, 1975). El diseño debe abarcar la variabilidad de las condiciones de sitio, de tal modo que permita evaluar la interacción entre el sitio y los resultados obtenidos con cada especie (FAO, 1968).

El número de especies promisorias a incluir en esta fase está determinado por:

- a) Limitaciones de tipo financiero, de personal u organización.
- b) El número de especies que han resultado promisorias en la fase de eliminación.
- c) Disponibilidad de semillas. Para esta fase debe disponerse de mayor cantidad que para la fase anterior.

Para esta fase se sugiere que el número de especies a ensayar, varíe entre cinco y diez, dependiendo de las limitaciones antes señaladas (FAO, 1968).

En relación a la duración de esta fase Burley y Wood (1979) estiman que debe estudiarse hasta la mitad de la rotación, en tanto que otros investigadores le asignan una duración de 15 años.

A juicio de los autores, fijar un determinado plazo de 15 a 20 años parece ser una buena alternativa para la evaluación de los ensayos de esta fase, pero esta fecha tope debe tener bastante flexibilidad, ya que en muchos casos, especialmente si se está trabajando con especies de rápido crecimiento y en buenos sitios esta fase puede darse por terminada en plazos menores; diez años, por ejemplo, si se está trabajando con especies de género *Eucalyptus*, o, en el caso contrario puede ser necesario dar mayor permanencia a la investigación para obtener resultados confiables.

### 3.1.3. Fase de Comprobación de las especies.

Esta Fase tiene como objetivo confirmar bajo condiciones normales de plantación, los resultados obtenidos por la o las especies seleccionadas en la Fase anterior, y que se han manifestado superiores en su adaptación y desarrollo inicial. También se les llama ensayos de ordenación o "Fase de rendimiento de la masa forestal" (Leuchards 1965 en Burley y Wood, 1979).

La comprobación consistirá en determinar cuales son las características productivas y económicas de las nuevas especies; cuales son las normas básicas para su manejo y, si es posible, obtener

ciertos antecedentes relativos al impacto ecológico de la nueva especie.

Las parcelas de ensayo deben ser lo suficientemente grandes como para proveer información sobre crecimiento, rendimientos y algunos antecedentes sobre el manejo.

Cuando se habla del tamaño suficiente para obtener la información citada, existe bastante disparidad de criterios, ya que algunos técnicos estiman que basta con emplear parcelas de 100 árboles, con aislación, en tanto que otros proponen plantaciones desde 0,5 a 2 hectáreas.

Debido a que en esta fase deben incluirse una serie de investigaciones tendientes a conocer ciertos aspectos del manejo de la especie, parece recomendable que las parcelas experimentales tengan la mayor superficie que las condiciones permitan.

Entre las investigaciones paralelas que es conveniente hacer se podrá estudiar:

- Métodos de vivero.
- Métodos de preparación del suelo.
- Técnicas de establecimiento.
- Diferentes espaciamientos e intensidades de raleo.
- Empleo de fertilizantes y herbicidas, y otros.

Como regla general se recomienda que en esta Fase se ensayen de 1 a 3 especies, controlándose el ensayo hasta el final de la rotación.

Debido a la existencia de información recogida en las fases anteriores, será posible evaluar, en cierta medida el desarrollo de la especie, formando una masa forestal, antes de que se llegue al final del ensayo. La información así obtenida, podrá en algunos casos, ser aval suficiente como para recomendar la plantación de una determinada especie en mayor escala.

### 3.2. Fases propuestas para los futuros ensayos.

El empleo de las fases reseñadas en el punto anterior,

si bien asegura la correcta elección de una especie, no parece adecuado para ser aplicado en nuevos ensayos de introducción que se instalen en el país, excepto en Regiones como la XI y XII, para las que no se dispone de información alguna al respecto.

No se estima conveniente seguir todo el proceso tal como está descrito ya que implica un alto costo, un largo período de experimentación y, lo más importante, por que se dispone de gran cantidad de información, producto de los programas desarrollados hasta el momento, que sin duda constituye una buena herramienta para seleccionar las especies a ensayar.

"Cuando hay una amplia evidencia de que existen plantaciones exitosas en sitios comparables, es permisible y realmente conveniente alterar la sucesión, omitiendo una o más fases". (FAO, 1968).

En resumen, se propone ejecutar la Fase de Adaptación y crecimiento de las especies, con una duración máxima de 15 años, de acuerdo al criterio de evaluación que se emplee, pero con la posibilidad de darle menor duración en la medida que los resultados que se vayan obteniendo confirmen resultados de ensayos del actual programa y la Fase de Comprobación, tal como se describe en el punto anterior.

### 3.3. Ensayos de procedencia.

Una investigación posterior a las descritas anteriormente, que puede efectuarse en forma paralela a la tercera Fase, es la de los Ensayos de procedencias, que tienen como objetivo determinar, para las especies que han pasado a la última Fase, las fuentes de semillas más adecuadas para las condiciones ecológicas de la región que vaya a repoblarse y para los objetivos, tanto técnicos como económicos, que se persiguen con la repoblación.

Estos ensayos comparativos deben abarcar el mayor número posible de procedencias, incluidas las fuentes de semillas localizadas en países donde la especie haya sido introducida con éxito, desde hace largo tiempo (Metro, 1967).

Edwards y Howell (1962) han sugerido que se ensayen al menos tres procedencias:

- a) La que sea más análoga desde el punto de vista climático.

- b) Una que proceda de la región de desarrollo óptimo en su habitat nativo y.
- c) Otra que se desarrolle bien bajo ciertas condiciones especiales (por ejemplo, en un suelo arenoso) que tenga afinidad con la zona a forestar.

Los ensayos de procedencia deben ser ejecutados por personal técnico calificado, por cuanto exigen procedimientos detallados y cuidadosamente estudiados tanto para la obtención de las semillas, su almacenamiento, distribución y utilización, como para la planificación y ejecución del programa experimental. Los resultados deben poder interpretarse, no sólo en términos científicos, sino también prácticos y económicos.

#### 4. SELECCION DE LOS LUGARES DE ENSAYO O ESTACIONES EXPERIMENTALES.

Uno de los aspectos de mayor importancia para asegurar el éxito de un programa de Introducción de Especies Forestales es la elección de los lugares en donde se deberán instalar los ensayos.

La primera etapa, que debe conducir hacia la selección de los lugares de ensayo, es el análisis general de toda la región considerada en el estudio. Este análisis debe ser un proceso de división y subdivisión progresiva que conduzca a la identificación de Zonas o Unidades, con características climáticas, edáficas, bióticas y topográficas semejantes, en las que sea posible proyectar los resultados de un ensayo con cierto grado de confiabilidad. Estas unidades, que ya fueron definidas, constituyen la base de proyección de resultados y de planificación de nuevos ensayos.

La determinación de estas unidades permite lograr los objetivos de un ensayo de Introducción de Especies o procedencias, es decir, seleccionar la especie u origen de la semilla más apto para una condición dada, sin que sea necesario instalar un gran número de ensayos. Se obtendrán buenos resultados distribuyendo unos pocos ensayos en situaciones que representen la condición general de cada Unidad en estudio, siempre y cuando la elección del lugar de ensayo sea debidamente realizada.

"Un programa experimental bien planeado y ejecutado, en base a parcelas relativamente pequeñas y bien distribuidas puede proveer mejor información que un bloque de 1.000 hectáreas y a una fracción del costo". (FAO, 1968).

Las variaciones presentes en las Unidades Edafoclimáticas ya definidas pueden ser de importancia, por lo que se ha visto la necesidad de instalar en algunas de ellas 2 o más ensayos, lo cual conduce a una mayor confiabilidad en los resultados.

Para la instalación de estos ensayos deben haberse definido las zonas en que deberán situarse.

Para poder determinar la ubicación exacta de los ensayos, deben considerarse los siguientes antecedentes:

#### 4.1. Antecedentes climáticos.

El ensayo deberá ubicarse en una zona en donde las condiciones climáticas sean representativas de las condiciones generales descritas para la Unidad en que se instala.

Deberá tenerse el cuidado de que el ensayo no quede en una situación de microclima, muchas veces originadas por condiciones orográficas; o con influencia directa al mar, cuando la Unidad en que se sitúa también tiene condiciones continentales. En general, será más conveniente que los ensayos queden en una situación más difícil dentro de la Unidad, ya que es posible la proyección de sus resultados hacia las zonas más favorables. En el caso contrario, a pesar de que la proyección se haría dentro de la Unidad, lo que teóricamente es aceptable, existirá un mayor riesgo de fracaso.

Estas consideraciones deberán basarse en la información climática disponible, que por ser escasa deberá ser reforzada por antecedentes empíricos de que dispongan los investigadores a cargo del programa.

#### 4.2. Antecedentes de suelo.

Una vez determinada la ubicación general en base al clima, que sin duda es el factor que presenta menos variaciones de importancia dentro de un área determinada, deberá ubicarse un sector con condiciones de suelo que correspondan a las características generales descritas para la Unidad.

Debido a que la división edáfica empleada es bastante general, limitante impuesta por falta de información, no será difícil encontrar suelos representativos de la Unidad. Sin embargo, debe existir especial preocupación por detectar cualquier característica que esté haciendo de ese suelo un caso especial, aun cuando reuna los requerimientos generales.

Por esta razón deberá cuidarse que el ensayo no quede en áreas excesivamente erosionadas, si esta limitante no es condición general de la Unidad; en zonas con concreciones, cuando estas no forman parte del perfil típico descrito; en conos de deyección, en donde las condiciones suelen ser más favorables; en lugares con una napa freática muy alta, y en general, en lugares que presenten características particulares que les resten representatividad.

#### 4.3. Accesibilidad del lugar.

Desde el punto de vista práctico, la accesibilidad es un factor importante que debe considerarse al elegir un lugar de ensayo, ya que indirectamente puede incidir en la validez de los resultados.

El ensayo deberá situarse en un lugar de fácil acceso a lo largo de todo el año.

Un lugar de difícil acceso en los meses de invierno dificultará el transporte de las plantas o de personal, entorpeciendo e incluso imposibilitando las labores de plantación por largos periodos, lo cual puede distorsionar los resultados de una investigación y generar fuentes de variación no contempladas en el diseño experimental. Por ejemplo, especies mantenidas en barbecho por largos periodos, diferencias de un mes en la plantación de dos especies, etc.

Lo ideal es situar los ensayos cerca de un camino principal, que asegure un acceso fácil en cualquier época del año.

#### 4.4. Aspectos generales.

Además de las recomendaciones entregadas en los puntos anteriores, existen otros factores, que algunas veces son difíciles de detectar, pero que, en lo posible, deben considerarse.

Entre estos cabe señalar aquellos relacionados con la topografía, que como se dijo puede influir sobre el clima, dando origen a zonas con características especiales. Pero además de esto puede provocar otro tipo de variaciones, también relacionadas con el clima, que no llegan a conformar un microclima, pero que son importantes. La topografía puede influir considerablemente en la duración del fotoperíodo, en la presencia de heladas y en el efecto de los vientos.

La consideración de factores bióticos, como la presencia de animales silvestres o domésticos o de vegetación indeseable, que puedan competir fuertemente con las especies introducidas, por ejemplo Cytisus sp. o Ulex sp., también es importante.

Un antecedente de gran importancia para la selección de un lugar de ensayo puede ser la observación de la vegetación natural, ya que ésta, por su composición o desarrollo puede reflejar

condiciones de suelo o clima especiales. "De manera concluyente se ha observado que las variaciones en la vegetación revelan casi siempre diferencias en el suelo o en otros factores de la localidad". (FAO, 1959).

La vegetación natural es la expresión de la interacción de una serie de factores del lugar, incluyendo aquellos de clima, suelo, topografía y factores históricos y bióticos. Mucha información puede ser deducida de la vegetación existente en un lugar, pero no llega a reemplazar, cuando se trata de hacer una investigación, a las variables físicas de clima y suelo, especialmente cuando ha sido muy alterada por el hombre.

La presencia de bosques artificiales y su desarrollo también son buenos indicadores de las condiciones de un lugar.

## 5. DESCRIPCION DE LOS LUGARES DE ENSAYO.

La descripción del lugar en donde se instalará un ensayo o Estación Experimental, es un antecedente fundamental para el posterior análisis del experimento y la proyección de sus resultados.

De cada lugar de ensayo se deberá recoger antecedentes sobre el clima, el suelo, la topografía, la vegetación natural y en general sobre todos los elementos que lo caracterizan.

Este acopio de antecedentes comienza cuando se quiere elegir la ubicación de la estación experimental y se deberá completar una vez que esta etapa del programa se haya cumplido.

### 5.1. Clima.

Con respecto a los antecedentes climáticos, que deben ser registrados, Greaves y Hughes (1) dicen que: "Es deseable una descripción detallada de las condiciones locales en la vecindad del ensayo. Los investigadores deben intentar adquirir los datos siguientes, colocados por orden de prioridad:

- i) Precipitación total media anual.
- ii) Precipitación media mensual.
- iii) Temperatura media anual.
- iv) Humedad relativa media mensual.
- v) Temperatura media mensual
- vi) Temperatura mínima media diaria del mes más frío.
- vii) Temperatura mínima absoluta.
- viii) Temperatura máxima media diaria del mes más cálido.
- ix) Temperatura máxima absoluta registrada.
- x) Variación media de temperatura.
- xi) Promedio mensual de la velocidad del viento a 2 metros del suelo".

Sin duda que la recopilación de datos climáticos que proponen estos autores es bastante idealizada, ya que sólo en contados casos se podrá disponer de una información completa y detallada. Ellos mismos hacen mención a esta limitante.

---

(1) En Burley y Wood (1979)

Conociendo el nivel de información que podría encontrarse en el país, se propone en la ficha denominada "Descripción de la Estación Experimental", que se entrega más adelante, la recopilación de algunos antecedentes de temperatura, humedad relativa y precipitación.

A pesar de la simplificación no todas las estaciones meteorológicas cercanas a los lugares de ensayo tendrán información suficiente, por lo que será necesario hacer extrapolaciones a partir de otras estaciones vecinas.

Al transferir la información es importante considerar las variaciones en latitud, longitud y altitud que existan entre las estaciones, así como otras circunstancias que puedan indicar una diferencia, en las condiciones climáticas, tales como cambios en el tipo vegetal o diferencias producto de la topografía, que pueden hacer variar considerablemente algunos elementos del clima.

Debido a la importancia que tiene el clima en la adaptación de las especies forestales y a la variación que experimentan sus parámetros año a año, no es suficiente disponer de los valores medios anuales, para explicar el comportamiento de una determinada especie durante el desarrollo de la investigación.

Por esta razón, será necesario obtener la mayor cantidad de información posible y con el máximo detalle, todos los años mientras dure el ensayo.

Si las condiciones fueron más favorables que lo que indican los valores medios, las conclusiones a que se llega pueden verse restringidas en su validez y sólo ser aplicables en ciertas zonas dentro de la Unidad en estudio o talvez proyectables a otras Unidades. Por el contrario, si las condiciones fueron más severas, las conclusiones serán más confiables e incluso se podría esperar que los resultados de plantaciones futuras fueren superiores a los obtenidos en los ensayos.

Por causa de las variaciones que puede presentar el clima durante los años de experimentación es que no resulta práctico aplicar descripciones avanzadas de condiciones climáticas, es decir, tratar de relacionar un "Índice climático" con los resultados de una especie.

Al respecto Greaves y Hughes (2) dicen: "El cálculo del balance hídrico puede considerarse apropiado pero los resultados serían completamente ficticios si se utilizara la precipitación media en un período largo para un estudio de cuatro años, en una región que experimentase una variación grande de año a año.

Cuando se encargan análisis de datos, muchas veces es necesario hacer un ajuste realista entre la exactitud científica y las limitaciones prácticas".

## 5.2. Suelo.

En cada estación experimental deberá hacerse una descripción del perfil del suelo, registrándose las características físicas más importantes, es decir, textura, estructura, profundidad, inclusiones, color y otras, que se proponen en la ficha de "Descripción de la Estación Experimental".

Debido a que no han sido muy exitosas las tentativas de relacionar el crecimiento de los árboles con el contenido químico de los suelos y por la mayor dificultad que significa su determinación, sólo se propone considerar factores físicos. Antecedentes tales como la profundidad y la textura del suelo son generalmente más útiles y además, más fáciles de obtener que el contenido de ciertos nutrientes u oligoelementos.

Lógicamente que si se tienen las facilidades para realizar análisis químicos, resultará conveniente hacerlos, ya que esta información que hoy no se considera tan importante, puede asumir mayor importancia en años posteriores, cuando sean mejor entendidos los factores que limitan el crecimiento de los árboles en general o de una especie en particular.

Los antecedentes generados por estudios de suelos hechos a nivel nacional, como es el caso de la clasificación realizada por IREN, constituirán también una gran ayuda para la interpretación de los resultados y su proyección.

Es evidente que mientras menor sea la Unidad de suelo (por ej.: en series) mayor será la seguridad en la proyección de los resultados.

---

(2) En Burley y Hood (1979)

### 5.3. Topografía.

La topografía puede tener importantes efectos locales sobre el clima y el suelo. Es conocido el efecto del relieve sobre la precipitación, la ocurrencia de heladas, la duración del día y del fotoperíodo, y sobre la amplitud de oscilación diaria de la temporada.

La profundidad, textura, estructura, drenaje y otras características de los suelos suelen verse afectadas por la topografía, especialmente cuando se trata de suelos antiguos. Estas características varían de acuerdo a la posición que ocupan los suelos dentro del relieve de un área determinada.

Por estas razones es que resulta importante describir, aunque sea en forma general, la situación topográfica en que se encuentra la estación experimental. En la ficha que se recomienda llenar para cada Estación, hay una sección destinada a registrar información topográfica.

### 5.4. Vegetación.

La vegetación reviste una especial importancia, tanto para decidir la ubicación de un lugar de ensayo, como para la posterior proyección de los resultados que en este se obtengan.

La composición y las características ecológicas de la vegetación natural o introducida, deberán describirse en forma general, ya que como se destacó en la sección anterior, es uno de los factores que mejor refleja la similitud de dos sitios. El conocimiento de la vegetación permitirá a los profesionales que proyecten los resultados del ensayo, tomar una decisión más segura y sin la necesidad obligada de disponer de variables físicas de suelo y clima. Esto tiene especial importancia, ya que las Unidades definidas son amplias y la disponibilidad de antecedentes, especialmente climáticos, es escasa.

### 5.5. Otros Antecedentes.

Además de los factores considerados en los puntos anteriores es recomendable registrar otros antecedentes que se consideren de interés, ya sean físicos o bióticos.

Entre estos deben estar aquellos factores particulares del lugar, que se consideren limitantes. Es posible que por problemas prácticos, por ejemplo, de acceso, sea necesario instalar un ensayo en un lugar que se considere representativo, pero tenga ciertas

restricciones, por ejemplo, exceso de fauna silvestre. Estas limitaciones deben quedar registradas, ya que su desconocimiento puede conducir a obtener conclusiones erróneas, especialmente en este tipo de programas en que los controles no suelen ser tan frecuentes como para detectar las causas de la muerte de una especie.

A continuación aparece una ficha de "Descripción de la Estación Experimental" que debe ser llenada para cada lugar de ensayo. En ella se han indicado una serie de factores relativos al clima, suelo, etc., que a juicio de los autores reflejan las condiciones del sitio y son normalmente de fácil obtención.

UBICACION GEOGRAFICA

Unidad estadística: C.O.   
 Ensayo: C.O.   
 Latitud:  
 Longitud:

Región:  
 Prov.:  
 Comuna:  
 Altitud:

DESCRIPCION DEL SUELO

Material Generador:  
 Igneo  Sedimentario  Metamórfico   
 Tipo:

CLASIFICACION

Gran Grupo: IRIN  
 Geomorfología:  
 Suelos y factores lim.  
 Capac. de Uso:

ANALISIS FISICO

Materia Orgánica (reacción frente H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>):  
 leve  Moderado  Violento

DIAGRAMA DEL PERFIL

Horizonte	Prof.	Textura	Estructura	Color	pH

GRADO DE EROSION

Ligera  Moderada  Severa  Muy Severa

DESCRIPCION CLIMATICA

Tipo Bioclimático (Di Castri)

pp media anual  
 t° media anual  
 t° máx. media anual  
 t° mín. media anual  
 HR media anual

N° meses secos  
 t° mín. abs.  
 t° máx. abs.  
 N° días con heladas  
 Nieve Si  No

PRECIPITACION Y TEMPERATURA MENSUAL

MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
pp (mm)												
t(°C)												

Estación Meteorológica mas cercana

LAT. LONG.

TOPOGRAFIA

1. POSICION

Cumbres   
 Pendiente   
 Meseta   
 Llanura Aluvial   
 Fondo de Valle

2. RELIEVE

Ondulado   
 Quebrado   
 Plano   
 Pendiente prom.   
 Exposición

VEGETACION

1. NATURAL

Especies:

2. INTRODUCIDA

Especies:

OBSERVACIONES GENERALES

## 6. SELECCION DE LAS ESPECIES A ENSAYAR.

Una vez recopilada la mayor cantidad posible de información sobre la zona a forestar, en este caso específico sobre la Unidad, se debe proceder a la selección de las especies.

La elección de las especies a ensayar en un programa de Introducción dependerá de los objetivos de la forestación, del tipo de producto requerido y de las condiciones climáticas y edáficas de la zona que se intenta repoblar. Por lo general ambos factores están muy ligados, ya que el tipo de productos que se pueda obtener dependerá, en gran medida, de las condiciones del sitio.

Lo importante es elegir especies que tengan buena tasa de crecimiento y altos rendimientos; que puedan producir materia prima adecuada a los objetivos definidos para esa región y lógicamente, que sean apropiadas al sitio, no sólo desde el punto de vista de suelo y clima, sino que también desde el punto de vista biológico. (FAO, 1968).

Las especies seleccionadas deben cumplir con los objetivos propuestos para la forestación futura. Si el objetivo es la obtención de madera aserrada será importante que la especie sea de crecimiento rápido, buena forma y de un gran volumen de producción. Si va a utilizarse para leña, será conveniente que tenga un alto poder calorífico; si el objetivo es la producción de pulpa, será importante la longitud y espesor de las fibras, etc.

En general, las características que deberán tener las especies que se desea introducir están en directa relación con el uso posterior de la madera. "Es posible desperdiciar mucho tiempo y dinero en ensayos de especies si la madera de la especie cultivada resulta no tener propiedades técnicas que se prestan para los usos proyectados". (Laurie, 1975).

Un programa de introducción conducido en forma racional implica la extrapolación de información desde una localidad a otra. La aplicación de resultados de un lugar en donde una especie está creciendo, ya sea en forma natural o introducida, a otra localidad, ya sea a 1 Km de distancia o en otro continente, lleva implícito el supuesto de comparación de sitios.

Si existe información confiable sobre la serie de factores enunciados en la sección anterior, que demuestren una gran similitud

tud entre el sitio a ser forestado y aquel en que algunas especies, naturales o exóticas, están obteniendo buenos resultados, es posible hacer una plantación a gran escala con confianza, aún cuando las especies sean llevadas de un lado a otro del mundo. (FAO, 1968).

En la práctica, esta información confiable rara vez o nunca está disponible y toda plantación en un nuevo sitio se constituye en un experimento.

Más aún, la posibilidad de relacionar un habitat natural con un sitio de introducción, no evita la necesidad de hacer ensayos de introducción de especies, ya que esa relación no podrá revelar la adaptabilidad o plasticidad de una especie.

Además, la distribución natural de una especie a menudo depende de factores climáticos, geológicos o hechos del pasado, más que de las condiciones actuales, razón por la cual esa especie puede crecer mejor fuera de su habitat natural. Tales el caso de Pinus radiata.

También es posible que el desarrollo y las propiedades de la madera en un bosque artificial manejado sean muy superiores a las existentes en un bosque natural sin manejo. Por esta razón, los resultados de una especie como plantación exótica, pueden resultar de mayor valor que la información obtenida de rodales naturales. (FAO, 1968). Este podría ser el caso de Eucalyptus camaldulensis.

La existencia de ciertas diferencias entre ambos sitios, el de origen y el de introducción, no siempre elimina la posibilidad de éxito de una especie y algunas características poco favorables, como lento desarrollo o mala forma no son razón suficiente para descartar una especie para ser introducida.

Este planteamiento es la base para justificar una primera etapa de eliminación dentro de un programa de Introducción, en que se ensaya un gran número de especies, pero con pocos ejemplares de cada una.

Son muchas las formas en que se puede llegar a seleccionar una especie a introducir y, a pesar de las limitaciones que se señalan, el comportamiento y las características de una especie en su área de distribución natural constituyen una buena guía para conocer las posibilidades de empleo en un nuevo habitat, con condiciones semejantes.

Es por esto que el método más empleado para elegir las especies a introducir, es realizar comparación del lugar a forestar con distintos lugares, con el fin de establecer ciertas relaciones de suelo y especialmente de clima que permitan reducir el número de especies posible de introducir a aquellas que habitan en zonas semejantes eliminándose inmediatamente todas aquellas especies que obviamente fracasarían.

Dado que los factores climáticos son los que más incidencia tienen sobre la adaptabilidad de una especie, se han desarrollado una serie de sistemas para comparar localidades.

#### 6.1. Empleo de clima en la selección de las especies.

El clima es el factor que más contribuye a que una zona sea o no apropiada para el desarrollo de una especie y constituye, por lo tanto, la base más conveniente para decidir cuales se prestan mejor para una localidad determinada. (Parry, 1956)

Para ello diversos autores han desarrollado método que permiten establecer analogías climáticas entre el lugar de origen de una especie y la zona donde se pretende introducir, o entre esta zona y otras en que puedan existir especies de interés. Estos métodos se basan en el empleo de diagramas climáticos. A continuación se citan los más usados.

##### 6.1.1. Climógrafos.

Son diagramas que relacionan la temperatura media con la humedad relativa. En un sistema de coordenadas cartesianas se colocan las temperaturas medias mensuales en el eje de las ordenadas, trazando en el eje de las abscisas las humedades relativas mensuales. La unión de los puntos resultantes forma un gráfico, cuya ubicación, inclinación, forma y extensión en el diagrama indican las características principales de las zonas climáticas (Ver Figura N° 1). "Los climógrafos no parecen aportar grandes conocimientos y su aplicación, como base de comparación climática es decididamente confusa e incierta: las diferencias entre climógrafos de gran parte de Chile son casi irrelevantes, existiendo por ejemplo manifiesta similitud entre estaciones tan diferentes como son Zapallar y Valdivia. Además los métodos utilizados en las estaciones meteorológicas para medir la humedad relativa no son del todo fidedignos y desde luego proporcionan menores garantías que las técnicas pluviométricas sobre cuyos datos se basan los hiterógrafos". (Di Castri F. et al 1961).

### 6.1.2. Hiterógrafos.

Son diagramas que establecen relaciones entre temperaturas y precipitación, del mismo modo que en el climógrafo, sólo que en el eje de las abscisas se registran las precipitaciones medias mensuales.

Estas son representaciones gráficas de gran claridad y perfectamente aplicables a nuestros ambientes; proporcionan una visión del clima rápida y fácilmente interpretable, además de que reflejan bastante fielmente las influencias del clima sobre la naturaleza.

Al subdividir el hiterógrafo con dos líneas medias perpendiculares a los ejes, surgen cuatro cuadrantes que representan diferentes condiciones climáticas generales. En sentido contrario a los puntos del reloj son (I) climas cálidos y secos; (II) fríos y secos; (III) fríos y húmedos; (IV) cálidos y húmedos. (Ver Figura N° 2). (Dí Castri F. et al 1961).

Desde el punto de vista de Introducción de especies se podría considerar como especie potencialmente adaptable en una zona, a aquella que provenga de otra zona cuyo hiterógrafo coincida en gran parte. Sin embargo, como se analizó anteriormente, este criterio resulta demasiado riguroso y puede ser un criterio más adecuado el considerar la posición del gráfico en el o los cuadrantes como patrón de comparación.

Este sistema permitirá eliminar inmediatamente aquellas especies cuyos lugares de origen tengan sus diagramas en cuadrantes completamente diferentes a los del lugar de introducción. En muchos casos el diagrama está en una posición tal que ocupa 2 o más cuadrantes, revelando marcadas diferencias climáticas a lo largo del año. En estos casos la eliminación o selección de una especie será más difícil y por lo tanto habrá que recurrir a otros antecedentes.

### 6.1.3. Diagrama ombrotérmico de Gausson-Halter.

Es un método de representación que se utiliza para la determinación de períodos de sequía y que a la vez sirve para observar tendencias térmicas o pluviométricas. Las escalas de temperaturas y precipitaciones, en dos ordenadas son trazadas sobre la base de la proporción  $p = 2T$  (Hajek E. Dí Castri, 1975).

Estas representaciones gráficas son fáciles de comprender, dibujar e interpretar. Con distintos sistemas de achurado se indica el período de sequía, el período húmedo y el período con superávit de humedad (superior a 100 mm al mes). (Ver Figura N° 3). Se puede complementar la representación gráfica mediante barras que indican la proporción de meses áridos, (Índice de De Martonne) la proporción de meses fríos y la distribución de meses desfavorables, en base a la superposición de los anteriores.

Este tipo de diagrama entrega bastante información y las semejanzas entre dos estaciones se debe encontrar por simple comparación.

Es importante recalcar que aunque la comparación entre homoclimas para la elección de especies ha constituido un buen criterio; algunos autores sostienen que dicha información debe ser tomada con cautela, porque, como ya se dijo al comienzo de esta sección, hay numerosos ejemplos de especies exóticas que crecen muy bien en climas y latitudes muy diferentes a los de su hábitat nativo (Laurie, 1975). Por esta razón no debe aplicarse demasiado rígidamente el concepto de homoclimas al seleccionar las especies para ensayos y, desde el punto de vista ecológico, debe adoptarse un criterio más amplio. Las características que han de buscarse son la plasticidad y adaptabilidad relativa a las diferentes condiciones, lo que puede calificarse como "resistencia" general, en el sentido de capacidad de resistir situaciones más rigurosas que las soportadas normalmente por las especies. (Laurie, 1975).

## 6.2. Otras consideraciones para la elección de especies.

Además de las características propias de las especies, señaladas anteriormente, como alta tasa de crecimiento; buena forma; características adecuadas para la fabricación de papel y otras, y de las consideraciones sobre homoclimas, es fundamental considerar otros aspectos de tipo ecológico y de tipo sanitario, que, en constituirse en una limitante para la introducción de especies.

Estos aspectos no siempre podrán ser considerados, ya que, la información al respecto es difícil de obtener, y las situaciones futuras no son fáciles de predecir.

En la medida de las posibilidades deberán hacerse las siguientes consideraciones.

## DIAGRAMAS CLIMATICOS

FIG. 1 CLIMOGRAFIO

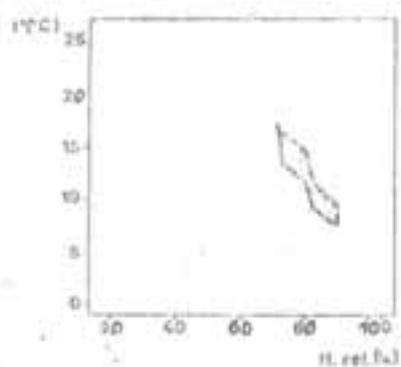


FIG. 2 HETEROGRAFIO

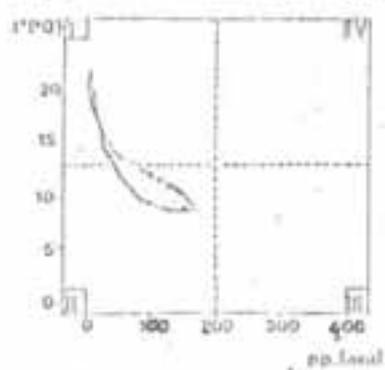
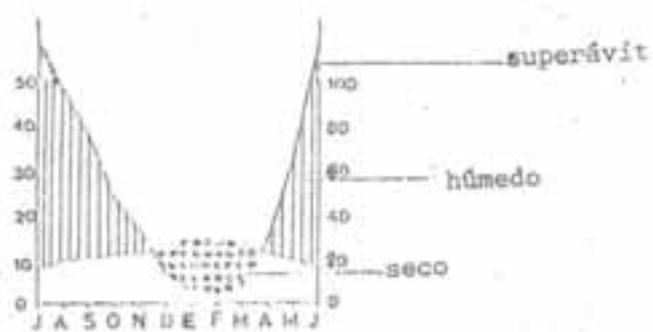


FIG. 3  
DIAGRAMA  
DMBROTHERMICO  
de Lussan - Weiser



### 6.2.1. Consideraciones ecológicas.

Se debe considerar el posible impacto de la especie en la ecología del lugar donde se introducirá. En este caso será importante el efecto que la especie podría tener sobre el suelo, sobre el régimen hídrico, la vegetación natural, la vida silvestre, etc.

Para esto será necesario recurrir a antecedentes que provengan de lugares en donde la especie haya sido introducida en gran escala o de bosques artificiales en su lugar de origen. La información proveniente de las masas naturales, especialmente si se trata de especies que no forman rodales puros, no será de gran valor.

### 6.2.2. Consideraciones biológicas.

Desde el punto de vista sanitario, al introducir una especie se corren ciertos riesgos:

- a) Que un parásito de poca importancia en el hábitat natural de la especie se introduzca junto a esta y en las nuevas condiciones, se vuelva en extremo perjudicial. Tal es el caso de Phoracantha semipunctata, insecto que en su hábitat natural pasa desapercibido, pero que ha causado daños de consideración en las plantaciones de Eucalyptus en España, Argentina y ahora en Chile.
- b) Que la especie exótica en su nuevo ambiente tropiece con algún parásito frente al cual carece de toda resistencia, con lo cual pierde su valor.
- c) Que con la especie exótica se introduzca algún parásito, no perjudicial para ella, pero que resulte sumamente destructivo para alguna especie nativa de importancia. (Boyce, 1954).
- d) Que la especie introducida se convierta por sí misma en una plaga. Ya existen en el país algunos precedentes al respecto. Las especies Rubus ulmifolius (zarzamora) y Ulex europaeus (aliaga) fueron introducidas como plantas para formar setos vivos que hoy producen graves problemas.

Si una especie forestal comienza a invadir los terre

nos ganaderos y agrícolas y es necesario cortarla para poner una especie de mayor interés, se la puede considerar como una plaga. Este problema es especialmente grave cuando se trata de especies de rápido crecimiento y gran poder de regeneración vegetativa.

Es conveniente insistir que este tipo de situaciones es muy difícil de prever y la única forma de prevenir estas eventualidades es estudiar al máximo las especies propuestas.

## 7. OBTENCION DE SEMILLAS.

Una vez que se ha decidido que especies se van a ensayar, es necesario considerar una serie de aspectos que aseguren la disponibilidad, calidad y origen de las semillas.

### 7.1. Procedencias y variedades.

Son bastante conocidas las variaciones que puede experimentar una especie en su tasa de crecimiento, en las propiedades de su madera, en la conformación de los árboles, en la resistencia a plagas y enfermedades o en la resistencia a condiciones extremas de clima o suelo, debido a diferencias en su procedencia o debido a razas y variedades.

Estas diferencias suelen ser especialmente marcadas en aquellas especies con un amplio rango de distribución natural, por ej: Eucalyptus camaldulensis, Pinus taeda, Pseudotsuga menziesii.

Sobre estas diferencias suelen existir antecedentes que permiten eliminar desde la partida aquellas procedencias o variedades poco adecuadas a las condiciones de sitio de introducción o a los objetivos planteados. Muchas veces las procedencias, variedades o razas más aptas para sobrevivir no necesariamente son las más aptas desde el punto de vista forestal.

Conocido es el caso de las variedades en Pseudotsuga menziesii, especie que presenta notables diferencias en el desarrollo y tasas de crecimiento según se trate de la variedad costera o de la variedad interior que es de crecimiento más lento y de menor desarrollo, pero tiene mayor resistencia a las bajas temperaturas y a los períodos secos.

Un caso semejante lo presenta la especie Eucalyptus regnans, que muestra marcadas diferencias en su tasa de crecimiento según su origen. Las procedencias más resistentes al frío, tienen menores tasas de crecimiento. (Burdon, Comunicación Personal).

Conocidas son también las diferencias entre el Pinus contorta y su variedad Pinus contorta var. murrayana, que es de crecimiento más lento y de mala forma.

Caso como estos se dan en gran cantidad de especies,

por lo que resulta importante determinar que origen o variedad es la que más se adecúa a las condiciones del lugar de introducción. En algunos casos será necesario sacrificar el mayor crecimiento en favor de otra cualidad, por ejemplo, resistencia al frío, que la haga más adecuada a un determinado sitio.

Esta selección se hace tratando de que la especie introducida tenga las mayores posibilidades de éxito y en ningún caso se opone a la necesidad de realizar posteriores ensayos de procedencias con las especies que resulten promisorias, ya que los antecedentes obtenidos en una localidad no siempre son válidos para otra, aunque tengan condiciones semejantes.

Cuando no se dispone de antecedente alguno se puede traer semilla de la zona que se considere más semejante, desde el punto de vista climático, o de dos o tres localidades, tratándose, para efectos del diseño estadístico, cada procedencia como una especie, con lo que se logra un importante avance si es que la especie resulta promisoría. Sin embargo, esta mezcla de ensayos de introducción y procedencias, debe hacerse sólo en algunos casos, con especies de cuyos antecedentes así lo aconsejen y con no más de 2 o 3 orígenes de semilla, ya que en caso contrario los ensayos resultarían impracticables.

## 7.2. Identificación y Certificación.

Es altamente recomendable que para realizar ensayos de Introducción de especies y/o procedencias se emplee solamente semilla de origen identificado, de modo que con una especie que ha dado buenos resultados, la forestación en gran escala pueda hacerse con semilla de esa procedencia conocida y no de otra, por cercana que sea, porque como ya se dijo, pueden encontrarse notables diferencias en el desarrollo, tasas de crecimiento o forma.

Si este requisito no se cumple, será necesario realizar grandes ensayos de procedencias para identificar las más adecuadas, con la consiguiente pérdida de tiempo y dinero. En el caso contrario se podrán hacer plantaciones masivas y paralelamente tratar de encontrar procedencias, razas o variedades superiores.

La calidad de la semilla es otro factor importante. Con semilla de buena calidad se reducen los costos en vivero, se puede obtener un material de ensayo más homogéneo y no se pone en peligro la inclusión de una especie en una plantación experimental por insuficiencia de plantas.

Este es un factor difícil de controlar por parte de quien hace la introducción, ya que si bien existe un considerable progreso en la certificación de semillas a nivel internacional, debido a los esfuerzos de organismos tales como FAO, IUFRO, Mercado Común Europeo y otras, el problema de obtener semillas de buena calidad subsiste, especialmente cuando proviene de un país sin un buen desarrollo en la materia. (FAO, 1968).

La semilla debe solicitarse con la siguiente información, como mínimo:

- Nombre de la especie.
- Procedencia.
- Fecha de recolección.
- Fecha de análisis.
- Pureza.
- Capacidad germinativa.
- Viabilidad.
- Semillas por Kg.

También se puede solicitar que se indique si la semilla requiere de algún tratamiento especial, ya sea para su almacenamiento como para su germinación.

### 7.3. Disponibilidad.

El disponer a su debido tiempo de la semilla es un factor fundamental para cumplir con el plan experimental y para asegurar que las plantas tengan el desarrollo adecuado al momento de instalar el ensayo.

La importación de semillas normalmente resulta un proceso lento, por lo que se recomienda iniciar esta actividad con seis u ocho meses de anticipación a la fecha de siembra.

Cuando se plantea un diseño estadístico con repeticiones en el tiempo, es fundamental asegurar la semilla necesaria para todas las repeticiones, ya que esta es una importante causa en la alteración de un programa de introducción, que obliga a modificaciones en los sistemas de análisis propuestos y provoca pérdidas de consistencia en los resultados.

Lo más conveniente será obtener las semillas de organismos de investigación en los países de origen, por ej: si se trata

de Eucalyptus, solicitar las semillas a la Sección Semillas en la División Forestal del CSIRO. (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, Australia).

Como esto no siempre será posible, también habrá que comprar a comerciantes establecidos que puedan entregar semillas certificadas y de origen conocido. (Ver Anexo N° 1.).

## 8. DISERIO EXPERIMENTAL Y ANALISIS DE LA INFORMACION.

La correcta evaluación de un ensayo de Introducción de Especies depende en gran medida del diseño experimental empleado y de su adecuada aplicación en terreno.

El objetivo de un diseño experimental es asegurar que se hagan las estimaciones precisas y exactas de las diferencias entre las especies que se ensayan, entre las diferentes condiciones de sitio y, cuando sea el caso, entre diferentes tratamientos silvícolas o de otro tipo (Burley y Wood, 1979).

Para lograr este objetivo deben cumplirse una serie de requisitos:

- Elección de una estación experimental y lugar de ensayo adecuado, que debe ser lo más homogéneo posible y representar las condiciones generales de la Unidad.
- Número de repeticiones adecuado, de modo de minimizar la variación residual propia de toda comparación de medias poblacionales.
- Aleatorización, para evitar sesgos en la estimación de diferencias entre las especies, ya que un bloque en el ensayo, por homogéneo que se considere, siempre presentará variaciones.
- Control de efectos ajenos a la experimentación, lo cual queda implícito al emplear bloques, ya que su uso evita que las diferencias entre poblaciones sean confundidas con variaciones sistemáticas de la estación experimental.

La experiencia ha demostrado que los diseños estadísticos sencillos cumplen con los requerimientos impuestos por un ensayo de esta naturaleza, ya que diseños más complejos no entregan una consistencia significativamente mayor en los resultados, debido a que resulta difícil controlar con exactitud las variables propias del medio ambiente.

"Un experimento debe ser tan simple como sea posible, en cuanto a diseño, ejecución y análisis se refiere, puesto que la sim-

plicidad promueve la exactitud, minimizando así la posibilidad de errores en todas las etapas del experimento". (Burley y Iood, 1979).

### 8.1. Diseño estadístico.

De acuerdo con el planteamiento anterior surge la posibilidad de emplear sólo dos diseños estadísticos, si por alguna razón el primero propuesto a continuación no pudiese ser empleado.

#### 8.1.1. Diseño de Bloques al azar.

Este diseño es comúnmente usado en ensayos forestales, ya que si se le aplica correctamente evita el efecto que sobre los resultados pueden tener las variaciones propias de la estación experimental.

Su buena aplicación consistirá, principalmente, en distribuir los bloques de tal modo que cubran las posibles variaciones del lugar, teniendo cada uno de ellos el mínimo de variación interna. Cada especie en ensayo estará representada una vez en cada bloque, en una posición dada por el azar.

Esta distribución puede ser previa a la instalación, cuando las condiciones del terreno son muy homogéneas, pero lo más probable es que haya que hacer la distribución de los bloques en el terreno mismo. En las figuras que se entregan a continuación (Figuras N°s. 4, 5 y 6) se muestra la distribución de los bloques de acuerdo a distintas situaciones probables de encontrar en el terreno.

El modelo al que responde este diseño es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + B_i + E_j + \epsilon_{ij} \quad \begin{array}{l} i = 1, 2, 3 \text{ (4, 5, 6)} \\ j = 1, 2, 3, \dots, n \end{array}$$

donde:  $\mu$  = medio general  
 $B_i$  = efecto promedio del i-ésimo bloque.  
 $E_j$  = efecto promedio de la j-ésima especie.  
 $\epsilon_{ij}$  = error correspondiente a la j-ésima del i-ésimo bloque.



FIG. 4  
Diseño de bloques al azar para 8 especies con 3 repeticiones adecuado para un sitio homogéneo, en el cual no existe evidencia de variación en algún sentido. La parcela total es de 7 x 7 filas= 49 árboles, en tanto que la parcela de mediación, son los 25 árboles centrales señalados en el croquis para la especie A solamente.



Este tipo de bloques al azar para 8 especies con 3 repeticiones es adecuado para un sitio homogéneo, en el cual no existe evidencia de variación en algún sentido. La parcela total es de 7 x 7 filas= 49 árboles, en tanto que la parcela de mediación, son los 25 árboles centrales señalados en el croquis para la especie A solamente.



Este diseño estadístico tiene varias ventajas que justifican su empleo:

- Es apropiado para una gran cantidad de situaciones experimentales.
- El análisis es simple y fácilmente realizable, sin necesidad de recurrir a sistemas computacionales.
- La interpretación de los resultados no presenta problemas.
- Es un diseño seguro y estadísticamente consistente, ya que si hay un número adecuado de repeticiones la pérdida de una parcela e incluso de un bloque no impide realizar un análisis confiable.

Para la aplicación de este diseño estadístico se podrán aplicar dos criterios: el primero consiste en seleccionar una Estación Experimental representativa de la Unidad y distribuir los bloques como ya se ha descrito, según la situación presente en el lugar, y el segundo es considerar toda la Unidad y distribuir en ella el número de bloques que se estime necesario para cubrir las variaciones fundamentales que la Unidad presenta.

El segundo sistema tal vez pueda proveer de información más confiable, ya que una estación experimental, por bien elegida que esté, difícilmente representará las distintas condiciones presentes en una Unidad, pero su ejecución resulta difícil, desde el punto de vista práctico y económico.

#### 8.1.2. Diseño completamente aleatorizado.

Si por alguna razón se estima que el diseño de bloques no es factible de aplicar, se puede considerar un Diseño completamente aleatorizado.

Este es el tipo de diseño experimental más simple; las parcelas individuales de cada especie están distribuidas al azar, sin el empleo de bloques.

Este tipo de diseño sólo entregará resultados confiables cuando el lugar de ensayo sea muy homogéneo, ya que de no ser así, la estimación de la variación residual puede verse confundida

con la variación sistemática de la estación, y las comparaciones entre poblaciones resultarán sesgadas.

Además, esta alternativa entraña algunos riesgos, ya que los resultados que se obtengan en el lugar de ensayo, serán válidos para el lugar específico donde se realizó y cualquier extrapolación o toda la unidad es peligrosa ya que la extensión del resultado dependerá de la mayor o menor diferencia de sitio entre el lugar de ensayo y el resto de la unidad.

$$Y_{ij} = \mu + E_i + \epsilon_{ij} \quad \begin{array}{l} i = 1, 2, 3 \dots\dots\dots n \\ j = 1, 2, 3, (4, 5, 6) \end{array}$$

donde:

$\mu$  = media general.

$E_i$  = efecto promedio correspondiente a la  $i$ -ésima especie.

$\epsilon_{ij}$  = error aleatorio de la  $j$ -ésima observación correspondiente a la  $i$ -ésima especie.

Otro diseño estadístico empleado con frecuencia es el Cuadrado Latino, pero no se propone para su uso, ya que en ensayos de Introducción de Especies, especialmente en las fases iniciales el número de especies es elevado, por lo que el Cuadrado Latino se hace difícilmente practicable, ya que, por ejemplo, si se ensayan 15 especies será necesario instalar 225 parcelas, contra 45 si se emplea el diseño de bloques con tres repeticiones.

Si se trata de un reducido número de especies, la variación residual puede ser imprecisamente estimada.

### 8.1.3. Repeticiones.

El número de bloques o repeticiones que sea necesario instalar dependerá de las variaciones que se detecten en el lugar de ensayo, pero como regla general se estima que es suficiente hacer tres repeticiones.

La necesidad de hacer repeticiones en el tiempo dependerá fundamentalmente del grado de variación climática que pueda existir de un año a otro, especialmente durante la época de plantación.

Cuando esta variación es realmente importante, por ejemplo en la IV, V, VI y VII Regiones del país, que en algunos años las precipitaciones bajan a niveles tales que el prendimiento de cualquier especie se hace difícil, la inclusión de repeticiones en el tiempo puede ser justificada, pero hay que tener presente que los costos del programa se multiplican.

Por esta razón no se ha incluido en el diseño experimental este tipo de repeticiones, y en consecuencia se recomienda que si el ensayo se ha instalado en un año excepcionalmente "malo" que provoca fuerte mortalidad en la mayoría de las especies, se haga, al año siguiente o cuando sea posible un completo replante.

#### 8.1.4. Tamaño y tipo de parcela.

El tamaño de la parcela debe ser tal que proporcione la información que se requiere a un costo razonable, pero también estará determinado por aspectos prácticos tales como la disponibilidad de terreno o de plantas.

"A medida que se aumenta el tamaño de las parcelas, disminuyen los efectos de árboles individuales anormales y de anomalías de microestación entre árboles. Parcelas grandes pueden ser esenciales si hay muchos efectos de margen entre las parcelas". (Burley and Wood, 1979).

El tamaño de la parcela no debe extenderse a mayor superficie que la necesaria para asegurar que existirá una parcela adecuada durante todo el ensayo.

Wright (1962) (en Burley y Wood, 1979), ha demostrado que la eficiencia estadística en un ensayo disminuye, cuando se aumenta mucho el tamaño de la parcela, debido a que la contribución en información de cada árbol se hace mínima y además el hecho de aumentar el tamaño del bloque implica un mayor rango de variación residual.

De acuerdo a esto, resultará preferible emplear el material experimental disponible en conseguir más repeticiones de parcelas pequeñas.

Considerando estos antecedentes y en base a la experiencia obtenida, la parcela de ensayo será cuadrada y constituida por 49 árboles (7 x 7) y la Unidad experimental o "Parcela de medición" corresponderá a los 25 árboles centrales que quedan al dejar una hilera de aislación en cada lado de la parcela.

El distanciamiento entre árboles será de 2 x 2 metros.

## 8.2. Análisis de la Información.

La información de un ensayo debe ser analizada tan pronto como sea posible, después de cada uno de los controles realizados. Esto, además de evitar la acumulación de trabajo estadístico permitirá, después de cada análisis, sugerir cambios en la planificación de tratamientos y la evaluación del ensayo.

Los métodos de análisis que se emplean deben ser sencillos, adecuados a los objetivos del experimento, al diseño estadístico y las variables que se analizan.

### 8.2.1. Variables.

Para el análisis de las parcelas de Introducción de Especies se consideran las siguientes variables, que se obtendrán en cada una de las parcelas de medición:

- Supervivencia por parcela.
- Altura total de cada árbol.
- D.A.P. de cada árbol.
- Volumen de cada árbol
- Area Basal
- Forma de cada árbol.

Lógicamente que la obtención de algunas variables como el D.A.P. y por lo tanto el Area Basal y el Volumen sólo podrá realizarse cuando las parcelas hayan alcanzado cierta edad.

En la Sección N° 10, "Controles", se describen las variables y se entregan las normas para su correcta medición.

La "Forma" del árbol es una variable de atributo y se calificará a cada árbol de acuerdo a las pautas entregadas en el punto "Tarjeta de Control" en la Sección N° 10.

### 8.2.2. Alternativas de evaluación.

La evaluación de ensayos de Introducción de Especies presenta ciertas dificultades derivadas de la heterogeneidad del material de trabajo, producto de las diferencias existentes entre las poblaciones.

Comparar especies con distintos hábitos y velocidades de crecimiento resulta difícil, por lo que el investigador debe elegir una alternativa de acuerdo a los objetivos que persigue con el ensayo. En algunos casos el objetivo será encontrar la especie que produzca el mayor volumen en el menor período de tiempo; en otros casos la calidad de la madera a obtener puede ser un factor importante, etc.

Con el fin de que exista esta flexibilidad para realizar el análisis se plantean tres alternativas, que no son excluyentes entre sí:

- Comparación a una edad determinada.

Si al forestador le interesa elegir la especie que entregue el mayor rendimiento en un período de tiempo determinado, haciendo abstracción de otras características.

La evaluación puede hacerse a una edad preestablecida considerando conjuntamente todas las especies.

- Evaluación estratificada.

Este sistema de análisis supone separar a priori las especies de acuerdo a sus expectativas de crecimiento. Se analizarán separadamente las especies de rápido crecimiento, por ejemplo, Eucalyptus globulus, Eucalyptus regnans, Eucalyptus delegatensis, Pinus radiata, etc., y las de crecimiento más lento, por ejemplo, Chamaecyparis lawsoniana, Cupressus macrocarpa, Quercus sp., etc.

Esta estratificación lleva implícito un reconocimiento de los distintos objetivos que se persiguen con la introducción de cada especie.

Otra alternativa de estratificación más afinada puede consistir en agrupar las especies de acuerdo a sus objetivos. En este caso se analizarían en conjunto las especies con buenas características pulpables, en otro grupo las especies destinadas a la producción de madera aserrada, que a su vez se puede subdividir en especies productoras de madera "corriente" y productoras de madera de alta calidad, etc. Especies como el Pinus radiata, de gran calidad para pulpa y madera aserrada se analizarán en ambos grupos.

El nivel de detalle en la estratificación dependerá de los objetivos del programa y del criterio de los investigadores.

- Comparación por fracciones de la rotación.

Este sistema también permite comparar todas las especies en conjunto, pero considerando las velocidades de desarrollo de cada una. La evaluación puede hacerse, por ejemplo, cuando cada especie haya cumplido dos décimas de su rotación. Se comparará entonces un Pinus radiata de 5-6 años con Pseudotsuga menziesii de 9-10 años y a un Quercus sp. de 20-24 años, etc.

Este sistema propuesto por algunos autores, presenta el inconveniente de que no siempre se conoce la rotación de las especies ensayadas, sumándose a ello la imposibilidad de prever sus desarrollos en el nuevo medio. El investigador que decida emplear esta alternativa de evaluación tendrá que basarse en la experiencia obtenida en otros países y hacer algunos supuestos.

Con este método el período de experimentación es flexible y se puede alargar inconvenientemente si se fija como tope de análisis una fracción de rotación de dos o de tres décimas y se están ensayando especies de crecimiento lento.

### 8.2.3. Alternativas de Análisis.

En este punto se plantean los tipos de análisis a que pueden ser sometidos los datos obtenidos en cada medición.

#### 8.2.3.1. Análisis de Varianza.

Este método de análisis es ampliamente utilizado para interpretar resultados de experimentos de todo tipo.

Aunque la forma precisa de Análisis de Varianza fluctúa según el diseño experimental y el modelo matemático correspondiente, el principio fundamental es estimar la varianza atribuible a cada fuente de variación (bloques, especies, residual, etc.).

La realización de este tipo de análisis implica una serie de supuestos, que son:

- Homogeneidad de Varianzas.
- Normalidad de las variables.
- Aditividad.
- Independencia.

Los más importantes y que deben ser comprobados son los

dos primeros y se verificarán mediante la d6cima de Bartlett para homogeneidad de Varianzas (Snedecor G. 1964) y la d6cima de Lilliefors, para normalidad (Hollander y Wolfe 1973).

En caso de no cumplirse los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza se podr3n realizar ciertas transformaciones para hacer posible el an3lisis.

Sí el an3lisis de varianza indica la existencia de diferencias significativas entre especies, la comparaci3n m3ltiple entre ellas se realizar3 mediante cualquiera de las pruebas conocidas, como por ejemplo, Duncan, Student - Newman - Keuls o Tukey.

#### 8.2.3.2. Alternativas no param3tricas.

En caso de que no sea posible realizar un An3lisis de varianza, se emplear3n m3todos de evaluaci3n no param3tricos.

Los an3lisis se podr3n hacer mediante la d6cima de Friedman, cuando se trate del dise1o en bloques completos aleatorizados o la d6cima de Kruskal y Wallis, para dise1o completamente aleatorizado (Hollander y Wolfe, 1973).

En este caso las comparaciones entre especies podr3n hacerse por la prueba de Friedman y la prueba de Dunn, respectivamente.

#### 8.2.3.3. An3lisis multivariante.

Otra alternativa de an3lisis est3 dada por la utilizaci3n de t3cnicas de an3lisis multivariante para la comparaci3n de las especies en t3rminos de un vector cuyas componentes sean las tres variables a medir: supervivencia, di3metro y altura. El an3lisis se hace conjuntamente para todas las variables a un nivel de significaci3n dado. Esta t3cnica, hoy en d3a, cuenta con un buen respaldo computacional, ya que existen "programas utilitarios" adecuados para su realizaci3n.

#### 8.2.3.4. An3lisis de Componentes principales.

Se trata tambi3n de un m3todo multivariante que resume la variaci3n total de un n3mero de variables involucradas en un fen3meno por medio de un compuesto de transformaciones lineales que son mutuamente independientes.

De este modo se llega a explicar en que porcentaje afecta cada variable a la variación total y de un número de 10 o más variables o componentes puede ser que sólo 3 ó 4 expliquen el 80 ó 90% de la variación original.

De esta manera se simplifica el análisis de un fenómeno que está condicionado por un gran número de variables, indicando también la importancia de cada una de ellas en la explicación de dicho fenómeno.

Este sistema si bien da una buena explicación de un fenómeno, el desarrollo de una especie por ejemplo, lo cual facilitaría la proyección de los resultados, no resulta fácil de aplicar en nuestro país debido a que requiere de un gran acopio de antecedentes de cada Estación, y su obtención significaría un alto costo.

El análisis de componentes principales, al igual que las demás técnicas de múltiples variables, no puede hacerse con una máquina calculadora de escritorio, a menos que se trate de muy pocas variables. Es necesario el uso de computadores.

Según Burley y Wood (1979) una guía para los cálculos figura en Pearce (1965) y detalles de la técnica multivariante figuran en Seal (1964).

## 9. INSTALACION DE LOS ENSAYOS.

La necesidad de un óptimo tratamiento de las parcelas de ensayo ha sido mencionada por muchos autores. Los ensayos deben ser instalados con plantas de tipo y tamaño óptimos y recibir los mejores tratamientos en la preparación del sitio, en la plantación y en las intervenciones silvícolas.

En las primeras fases de los ensayos es difícil conocer cuales son los mejores tratamientos para cada especie, más aún si cada cual requiere de uno diferente, tanto en vivero como en el terreno. Por lo tanto, una parte esencial en la primera fase de un ensayo es investigar sobre las características de las especies que se ensayan, por ejemplo, almacenamiento y tratamiento de semillas, susceptibilidad a patógenos en la etapa de vivero, tipo de viverización requerida, preparación del sitio de plantación, tipo y tamaño ideal de plantas, etc. Todos estos antecedentes son fundamentales para asegurar buen tratamiento a la especie.

Todos los procedimientos deben ser organizados para asegurar la mayor uniformidad de tratamiento posible, entre las diferentes especies en ensayo.

### 9.1. Producción de Plantas.

Cuando se producen plantas para la investigación deben tenerse en cuenta una serie de consideraciones especiales, que permitan obtener un material de buena calidad, homogéneo y bien identificado.

#### 9.1.1. Consideraciones generales.

La producción de plantas para ensayos de Introducción de especies o procedencias debe ser especialmente cuidadosa, con el fin de asegurar a cada especie las mejores condiciones, de modo que todo el material experimental pueda considerarse uniforme. De no hacerse así, se estarían generando variables ajenas a la investigación y por lo tanto no consideradas en el diseño.

Además de estas variaciones, hay factores, como la posible escasez de semilla de algunas especies, que imponen un mayor cuidado en todo el proceso de viverización, para asegurar la producción de un número adecuado de plantas.

Con el fin de lograr la mayor homogeneidad posible y no introducir variables externas, deberá tratarse que todas las plantas para un ensayo sean producidas en un mismo vivero. Con esto se eliminan diferencias debido a la calidad del suelo, a distintos tratamientos de cuidado, a distintas distancias de transporte, etc. Es decir, se asegura para todas las especies el mismo tratamiento básico.

Un factor que a menudo no es posible estandarizar es el período que deben permanecer las plantas de cada especie en el vivero, debido a las diferencias que presentan en su crecimiento inicial.

Como lo importante es producir plantas de todas las especies con un tamaño óptimo al momento de la plantación, habrá que planificar siembras diferidas, a veces en un año o más, con el fin de lograr este objetivo.

Muchas veces debido al desconocimiento de los períodos de viverización de algunas especies, resulta difícil evitar que al momento de instalar el ensayo haya plantas muy grandes o muy pequeñas. Si la disparidad entre las especies es excesiva, es difícil que el ensayo arroje resultados confiables, por lo tanto ésta podrá ser una causal de repetición del ensayo al año siguiente o de postergación de ésta. (FAO, 1968).

#### 9.1.2. Selección.

La selección de plantas antes de la plantación deberá ser siempre considerada, con el fin de obtener la homogeneidad requerida en el material experimental. Este factor se debe tener en consideración desde el momento de encargar las semillas, ya que se deberá producir una cantidad de plantas un 20 a 25% superior a la realmente requerida.

Cuando la semilla es escasa la selección podrá ser mínima e incluso nula.

El grado de selección practicado en cada especie deberá quedar registrada.

Cuando se trata de plantas producidas en macetas, es más fácil lograr homogeneidad en su tamaño y calidad, ya que es posible hacer clasificaciones previas dentro de cada especie, que permiten dar diferentes tratamientos de riego, luz, etc., según su estado, a cada tipo de plantas. De todos modos habrá que hacer una selección final.

### 9.1.3. Identificación.

Uno de los factores fundamentales en un programa de introducción de especies y especialmente en ensayos de procedencias, es la identificación de la especie o procedencia en todos sus estados, desde la siembra hasta la plantación final.

El etiquetado debe ser claro y debe revisarse continuamente ya que las etiquetas suelen borrarse con el riego.

Como medida de seguridad debe tenerse un doble registro, que permita la fácil identificación de la especie o procedencia cuando exista problema con las etiquetas. Un buen sistema es tener en un croquis la distribución de las especies en las platabandas, las que deberán tener claras divisiones entre una especie y otra.

Estas medidas deben tomarse, ya que si bien algunas especies son obviamente diferentes, otras, especialmente algunos pinos que suelen ser muy semejantes o los Eucalyptus, son muy fáciles de confundir, más aún si se trata de especies hasta entonces desconocidas.

### 9.1.4. Registros.

Cada vivero destinado a la producción de plantas para la investigación debe llevar un registro detallado de todos los antecedentes que puedan resultar útiles para el análisis de los ensayos y para la futura producción de plantas de las especies introducidas.

Este registro debe incluir, para cada especie, los siguientes antecedentes: (FAO, 1968).

- Procedencia, almacenamiento, viabilidad y tratamiento de las semillas.
- Fecha de siembra y detalles del pretratamiento de la semilla, si fue necesario.
- Cantidad de semilla sembrada.
- Fecha de inicio de germinación.
- Fecha de término y porcentaje de germinación.

- Fecha de repique (cuando corresponda)
- Número de trasplantes hechos y método empleado, señalando el tipo de maceta o el espaciamiento en la plantabanda.
- Observaciones sobre estado sanitario, anomalías, pestes, etc.
- Porcentaje de supervivencia de los trasplantes.
- Relación Altura-Diámetro del cuello justo antes de la plantación (muestreo al azar de unas 20 plantas).
- Intensidad de selección.

#### 9.1.5. Transporte.

Todos los cuidados que se apliquen en el vivero pueden ser inútiles si no se hace un adecuado transporte de las plantas.

Debe tenerse especial cuidado para evitar:

- Daños mecánicos, especialmente al ápice, para lo cual no deben cargarse plantas directamente sobre las otras, además de manipularlas con cuidado.
- Excesiva transpiración, por exposición directa al aire, para lo cual el transporte debe hacerse en vehículos cerrados, especialmente si el viaje es largo.
- Pérdida del suelo en las macetas, las que deberán transportarse paradas y con cierto contenido de humedad que les dé firmeza. Esta variará de acuerdo al tipo de suelo con que se hayan llenado las macetas.
- Calentamiento de las plantas, que se produce cuando se apretan mucho las plantas en los paquetes o estos entre sí.

El período que pasa entre la salida de las plantas del vivero y la plantación debe ser mínimo. Si es necesario mantener las plantas en terreno antes de la plantación, estas deben quedar protegidas en un lugar sombreado y en un adecuado barbecho, si están a raíz desnuda.

La identificación de las especies durante el transporte o almacenamiento debe ser extremadamente cuidadosa, ya que en esta etapa es muy fácil que se produzcan confusiones, debido a la participación de personas no involucradas directamente en la investigación, en las faenas de descarga o barbecho.

## 9.2. Establecimiento.

Al igual que en la producción de plantas en el establecimiento de los ensayos deberán emplearse las técnicas más adecuadas para cada una de las especies en ensayo.

### 9.2.1. Preparación de sitio.

El lugar de plantación debe ser preparado de acuerdo a los métodos usuales en la zona, de modo de plantar en un sitio libre de vegetación, o en algunos casos, en casillas o fajas si las condiciones del suelo o del sitio así lo requieren.

### 9.2.2. Plantación.

Como todas las etapas de la instalación de un ensayo, esta es sumamente importante y tal vez más que las anteriores, ya que su mala ejecución incidirá más en los resultados que un transporte algo defectuoso o que la heterogeneidad del material experimental.

La capacitación del personal que estará encargado de realizar la plantación es indispensable.

Una importante fuente de variación puede ser la habilidad personal de uno u otro plantador. Para evitarla es importante que una misma cuadrilla plante todo el bloque, participando todas las personas en la plantación de cada parcela, evitando que una persona plante determinada especie mientras otra plante una diferente.

Cada bloque deberá ser plantado con la menor variación de tiempo posible entre la primera y la última especie. La ejecución deberá planificarse de tal forma que nunca quede un bloque inconcluso, si es que hay que suspender el trabajo.

### 9.2.3. Replante.

Si por alguna causa, producto de algún error cometido o ajena al ensayo mismo, se produce daño o mortalidad en las plantas,

estas deberán ser reemplazadas tan pronto como sea posible.

Si este daño se detecta con posterioridad a la época de plantación puede hacerse necesario el replante en la temporada siguiente.

Cuando se produce una mortalidad general y se detecta que no responde a una clara desadaptación de la especie, o un daño generalizado, lo más acertado será repetir completamente el ensayo.

Cuando esto sucede y se repite el ensayo en el mismo lugar deberá cuidarse de que no quede ninguna planta del ensayo anterior, ya que esto conduce a confusiones en los controles posteriores.

#### 9.2.4. Marcación y ubicación.

Cada una de las parcelas deberá quedar individualizada con marcas en sus esquinas, que pueden ser estacas de alguna madera durable.

Además, como siempre es posible que las estacas desaparezcan, deberá hacerse un croquis con la ubicación de cada parcela dentro del bloque.

Si se desea llevar un control árbol por árbol, estos deberán estar numerados en el mismo sentido en cada parcela, para lo cual podrá establecerse que el árbol N° 1 es el situado en el rincón N.W. y se medirá hacia el E. y N. alternativamente, para terminar en el árbol N° 25 en el rincón S.E. Este sistema ha sido usado por el Instituto Forestal, también lo recomienda Wadsworth H. et al, en la publicación hecha por FAO en 1968. La numeración con etiquetas no resulta práctica en nuestro país.

Además del croquis de ubicación de las parcelas deberá confeccionarse un croquis para ubicar el ensayo, anotándose las vías de acceso y la presencia de accidentes topográficos o construcciones permanentes que ayudan a ubicar el ensayo. Siempre es conveniente indicar distancias desde el pueblo más cercano o desde cruces de caminos o galpones, etc. Un buen croquis de ubicación ahorrará mucho tiempo a los encargados de hacer los controles.

#### 9.2.5. Protección y mantención.

La protección de los ensayos contra animales domésticos o silvestres es fundamental. En algunos casos también será necesario tomar medidas para proteger el ensayo contra el fuego.

El lugar de ensayo debe ser cercado para protegerlo de las cabras, ovejas, ganado vacuno, etc. Esta labor debe hacerse, en lo posible antes de realizar la plantación, para evitar cualquier daño durante o inmediatamente después de esta faena.

En el país los únicos animales silvestres que causan daños considerables en las plantaciones son los lagomorfos. Si el ensayo se encuentra en una zona con este problema, cada planta deberá protegerse con una rejilla de "corromet" (desecho de la fabricación de tapas corona) u otro tipo de reja que resulte adecuada.

Como protección contra el fuego podrán hacerse franjas cortafuego alrededor de la plantación.

Otro cuidado que puede ser necesario es la limpia, para liberar las plantas de la competencia de las malezas, especialmente cuando se trata de arbustos de rápido crecimiento. Por ejemplo, sólo algunas especies del género *Eucalyptus* y a veces el *Pinus radiata* pueden competir con la retamilla (*Cytisus monspesulanus*), la cual elimina completamente todas las especies de desarrollo moderado o lento.

De acuerdo a la velocidad de crecimiento de las especies, sería necesario limpiar una o más veces, hasta que la especie logre superar la competencia, pero en la práctica hay que hacer otras limpias posteriores para permitir el fácil acceso a las parcelas para su medición.

Otra intervención que debe realizarse, especialmente en las coníferas, es una poda baja, con el fin de facilitar la medición. La oportunidad de esta intervención variará de acuerdo a la especie.

## 10. CONTROLES.

Los análisis propuestos en la Sección N° 8 podrían realizarse cada vez que el encargado del programa lo estimase necesario, pero parece más conveniente hacer la evaluación de los ensayos mediante una serie de mediciones, con una periodicidad preestablecida, ya que esto permitirá disponer de información más homogénea de los diferentes lugares de ensayo, facilitando posibles comparaciones de una misma especie en distintos sitios.

### 10.1. Periodicidad de las mediciones.

Se considera conveniente que los ensayos sean medidos al año siguiente de la plantación, al tercer año desde la plantación, a los seis años, a los diez años y posteriormente cada 5 años, hasta que el encargado del proyecto lo estime conveniente.

El período total de medición variará de acuerdo a la rotación de cada especie. Cuando se trata de especies de muy larga rotación, las mediciones, después de los 20 años, podrían hacerse cada diez.

Es importante obtener el máximo de registros en los primeros años, con el fin de establecer tendencias de crecimiento de cada especie, para poder evaluar tempranamente el desarrollo de futuras plantaciones de especies que resultaron promisorias, por comparación con las tendencias registradas en los ensayos de introducción.

### 10.2. Variables a medir.

#### - Altura de las plantas.

Se deberá registrar en todas las mediciones, variando la precisión desde 0,05 m hasta 0,5 m según la altura de los árboles.

La primera medición debe hacerse con una regla graduada en intervalos de 0,05 m, posteriormente y hasta que los árboles tengan 10 metros de altura, la graduación será de 10 en 10 centímetros. Sobre esa altura la precisión requerida será de 0,5 metros.

Deberán medirse todos los árboles vivos que se encuentren en la "parcela de control".

- D.A.P.

Sólo se medirá D.A.P. a aquellos árboles que hayan alcanzado un mínimo de 5 cm. en este parámetro.

Esta medición se hará a todos los árboles de la "parcela de medición" que cumpla con el requisito señalado, empleándose huincha de diámetro, con precisión de 0,1 centímetros.

- Forma.

De acuerdo a la pauta entregada en la Sección N° 8 y en la tarjeta de control que se propone en esta, se clasificarán los árboles en cuatro categorías.

Esta clasificación de acuerdo a la forma puede hacerse desde los primeros controles, variando un poco el criterio entregado en la pauta, ya que no será posible aplicarlo en plantas pequeñas. Esta clasificación temprana puede servir para analizar la evaluación de cada árbol en lo que respecta a su forma y si determina una relación entre la forma juvenil y la forma a mayor edad, se puede contar con una buena herramienta para el manejo posterior.

La inclusión de esta variable debe ser considerada en la evaluación ya que suele ocurrir en experiencias de esta naturaleza que se presenten individuos de buen desarrollo en diámetro y altura, pero con mala forma, producto de una inadecuada procedencia de la semilla, deficiencia en la técnica de plantación y otras causas.

- Supervivencia.

La supervivencia es una de las variables de mayor importancia en la evaluación de los ensayos de Introducción de Especies.

Esta variable será registrada en todos los controles, tratando de averiguarse las causas de la mortalidad.

En muchos casos esta variable se ve alterada por factores ajenos al ensayo, lo cual es importante registrar, ya que puede ser causa de repetición de la experiencia.

Suele ocurrir también que factores del medio, que pueden ser modificados con cierta facilidad o que son poco frecuentes, afecten la supervivencia de las especies en ensayo. Entre estos se

cuentan problemas tales como deficiencias de oligoelementos, ataque de patógenos y otros, que a futuro es posible prevenir.

- Volumen.

Si bien esta variable no ha sido citada en la Sección "Diseño Experimental", debido a que no resulta fácil de obtener sin dañar las parcelas experimentales, se ha considerado conveniente mencionarla y, más aún, se recomienda obtenerla en plantaciones de más de 10 ó 15 años, dependiendo de las especies, ya que sin duda facilita su comparación, al reunir las variables Altura, D.A.P. e, indirectamente, Supervivencia, evitándose el problema de establecer ponderación para cada variable o recurrir a los sistemas de puntuación que siempre son subjetivos.

Este tipo de evaluación no se había hecho, ya que habría sido necesario el volteo de árboles, pero con el uso de instrumentos modernos de medición este sistema de evaluación se hace factible.

10.3. Epoca de medición.

En general se recomienda hacer las mediciones inmediatamente después del período de crecimiento. Dependiendo de la zona del país en que el ensayo se encuentre podrá cumplir con esta recomendación.

Los ensayos situados en la zona Sur (IX y X Regiones) deberán medirse inmediatamente pasado el verano (marzo-abril) o a finales de la primavera (noviembre-diciembre), debido a que las intensas lluvias no permiten hacer las mediciones en el período de receso vegetativo, ya que se pierden muchos días, elevándose considerablemente el costo de las mediciones.

10.4. Inspecciones.

Además de los controles de medición, la experiencia indica que es necesario hacer visitas de inspección, con el fin de hacer una evaluación visual del estado en que se encuentran los ensayos, de modo de detectar oportunamente cualquier anomalía o causa de daño y mortalidad.

Estos controles, en lo posible deberán ser anuales, al menos en los primeros cinco años y deberán iniciarse inmediatamente después de terminada la faena de plantación, con el fin de establecer si es necesaria la faena de replante correspondiente a la misma

temporada a que se hace mención en el segundo punto de la Sección N° 9, "Instalación de los Ensayos".

#### 10.5. Tarjeta de Control.

Con el fin de almacenar y manejar la información como se propone en la sección siguiente, se ha diseñado una tarjeta de control acorde con los requerimientos que impone el sistema.

La tarjeta consta de dos registros; el primero contiene la información general de cada parcela y se anotará en él la información en forma codificada. El segundo registro, en donde se anotarán las mediciones de cada variable, consta de nueve campos (columnas) y 25 filas, una por cada árbol.

Esta tarjeta tiene las indicaciones necesarias para que su información sea directamente traspasada a cualquier sistema computacional de almacenamiento de datos.

Al reverso de la tarjeta se encuentran indicaciones necesarias para la clasificación de los árboles según forma y algunos símbolos para indicar ciertas situaciones.

### TARJETA DE CONTROL

**REGISTRO N°1**

Unidad

Especie

Año de plantación

Lugar

Parcela

Fecha de control

**REGISTRO N°2**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
árbol núm	D A P cm	Altura m	for ma	árbol núm	D A P cm	Altura m	for ma	árbol núm	D A P cm	Altura m	for ma	árbol núm	D A P cm	Altura m	for ma	árbol núm	D A P cm	Altura m	for ma
0 1				1 4															
0 2				1 5															
0 3				1 6															
0 4				1 7															
0 5				1 8															
0 6				1 9															
0 7				2 0															
0 8				2 1															
0 9				2 2															
1 0				2 3															
1 1				2 4															
1 2				2 5															
1 3																			

INSTITUTO FORESTAL  
Dpto. Simulacros

### FORMA DE LOS ARBOLES

1. Mala. Crecimiento retorcido del fuste, ramificación desde la base.
2. Aceptable. Crecimiento simoso del fuste y/o ramas muy gruesas.
3. Buena. Fuste recto, pero con una leve inclinación, ramas gruesas, ángulo de inserción menor de 90°.
4. Muy buena. Fuste recto, predominancia del crecimiento apical, ramas delgadas, ángulo de inserción de las ramas más recto.

Marcar con + árboles dañados

Marcar con \* árboles secos

Marcar con 0 lugar de plantación sin árbol.

## 11. ALMACENAMIENTO Y MANEJO DE LA INFORMACION.

Se propone en esta Sección un esquema para el Almacenamiento y Manejo de la información obtenida de los controles y de aquella con cierto grado de elaboración, mediante un sistema computacional.

Como se indica en el Flujoograma adjunto, el Sistema consiste en una ENTRADA, constituida por los formularios de terreno, que como ya se explicó, podrán ser perfoverificados sin la necesidad de una codificación intermedia. Los antecedentes básicos obtenidos en terreno quedarán registrados en una cinta magnética. (Cinta N° 1).

Con el fin de detectar errores, tanto de medición como de transcripción de datos, se propone la implementación de un programa validador (PGM 01) el que generaría un listado para comprobación (INFO 1). Una vez corregidos los posibles errores, se registrarán los datos básicos de terreno validados, en un nuevo archivo magnético (Cinta N° 2).

El segundo programa (PGM 02) deberá ordenar la información, que hasta el momento se encuentra reunida en bloques, de modo que pueda ser listada parcela por parcela, y calcular una serie de estadígrafos que serán empleados en los análisis posteriores.

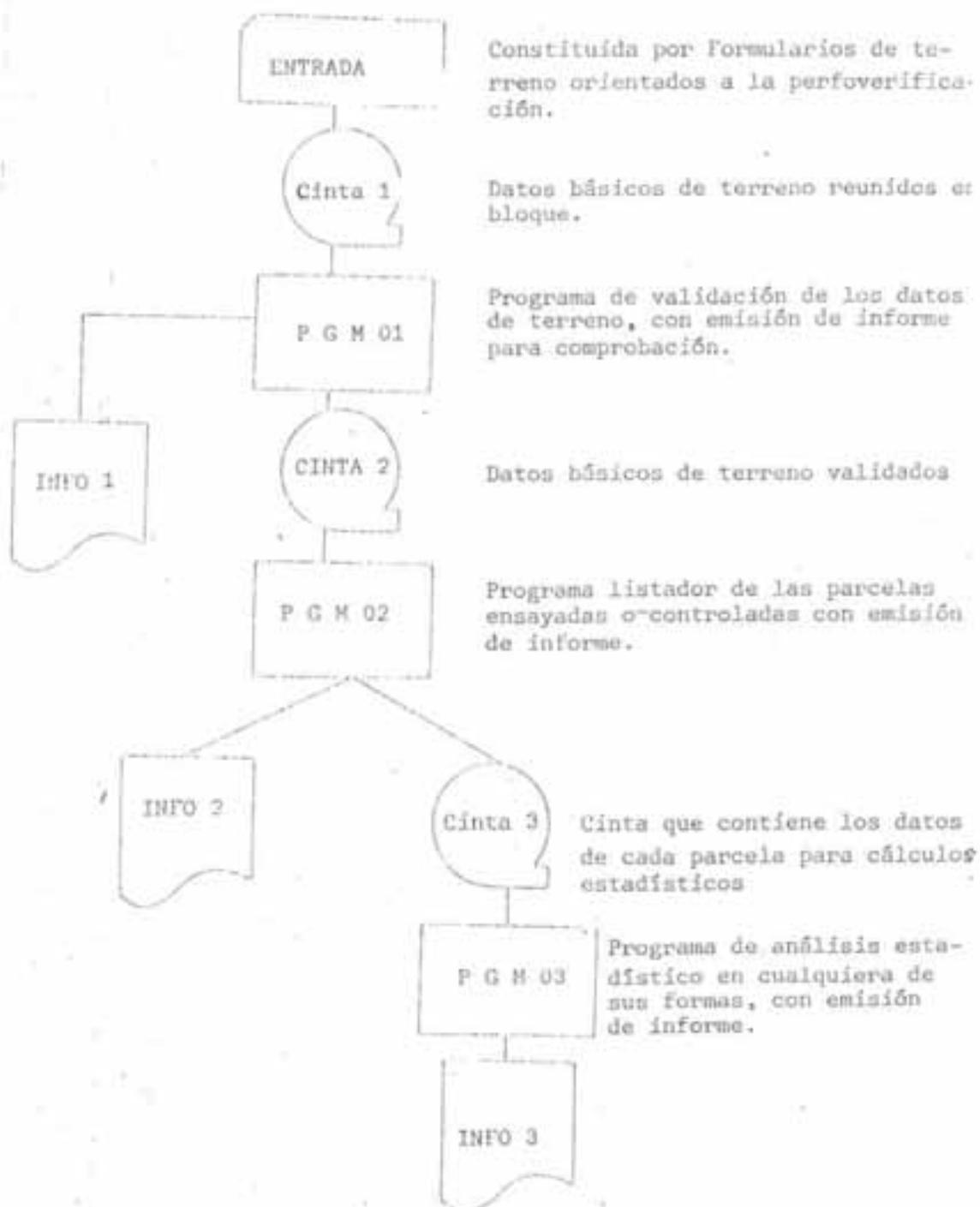
Se ha estimado conveniente la existencia de este programa intermedio para que no sea necesario procesar toda la información, lo que implicaría leer el total de los datos, cada vez que se quiera hacer un análisis.

Como producto de la ejecución del PGM 02, se obtendría un listado con toda la información de terreno, parcela por parcela y algunos datos agregados tales como porcentaje de supervivencia, alturas medias y D.A.P. medios (INFO 2). Este listado podrá ser empleado para consulta de algún dato, sin tener que recurrir al computador o para ciertos análisis "Manuales".

Toda la información agregada que será necesaria para los análisis estadísticos que se proponen en la Sección N° 8, quedará registrada en un Archivo (Cinta 3) que constituirá la base de datos para el o los programas de análisis estadístico (PGM 03) del cual surgirá el Informe con los resultados deseados (INFO 3), de acuerdo a cualquiera de los sistemas de evaluación propuestos.

FIG. 7. Sistema de Procesamiento

FLUJOGRAMA



BIBLIOGRAFIA

- BARROS, S. Y SCHICKHARD, R. 1977. Ensayos de métodos de plantación e introducción de especies en zonas áridas y semiáridas, Rapel. Informe Técnico N° 62. Instituto Forestal. Santiago, Chile. 24 pp.
- , 1979. Resultados de prendimiento y desarrollo de 22 especies, en zonas áridas sometidas a diferentes métodos de plantación, Los Vilos, IV Región. Informe Técnico N° 70. Instituto Forestal. Santiago, Chile. 24 pp.
- BARROS S. 1978. Desarrollo de 15 especies coníferas introducidas en la provincia de Arauco, predio Caramávida. Informe Técnico N° 67. Instituto Forestal. Santiago, Chile. 32 pp.
- BARROS D. Y ROJAS P. 1979. Evaluación de parcelas experimentales de introducción de especies. Tesis Ing. Forestal. Santiago, Chile. 126 pp.
- BOYCE, J.S. 1954. La introducción de árboles exóticos. *Unisylva* 8(1):8-14.
- BURLEY J. Y WOOD P.J. 1979. Manual sobre investigaciones de especies y procedencias con referencia especial a los trópicos. University of Oxford. 233 pp.
- CZAPOMSKYJ M., MC QUILKIN. 1966. Survival and early growth of planted forest trees on strip-mine spoils in the anthracite region. Northeastern forest experiment station. U.S. Department of Agriculture. 30 pp.
- CHAMPION H. Y BRASNETT N. 1959. Elección de especies arbóreas para plantación. F.A.O. 375 pp.
- DI CASTRI F. et al. 1961. Utilización de climógrafos e hiterógrafos para la sección de áreas homoclimáticas, IV Convención de Médicos Veterinarios. Santiago, Chile. pp 13-17.
- DI CASTRI F. Y HAJEK E.R. 1975. Bioclimatografía de Chile. Manual de consulta. Vice-Rectoría Académica, Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.

- ELGUETA H. et al. 1976. Resultados preliminares de ensayos de introducción de especies, provincia de Colchagua. Informe Técnico N° 54. Instituto Forestal. Santiago, Chile. 32 pp.
- F.A.O. 1975. Catálogo de semillas forestales. 283 pp.
- , 1968. Aguide to trees species trials in tropical América REPT. WS/72017, FOR, and FOR. Indust. Div., F.A.O., Rome. pp. 80.
- FRESE F. 1970. Métodos estadísticos elementales para técnicos forestales. Manual de Agricultura N° 317, Centro Regional de Ayuda Técnica. A.I.O. México/BS.AS.
- HOLLANDER Y HOLFE. 1973. Nonparametric statistical methods. John Wiley and Sons.
- INSTITUTO FORESTAL Y UNIVERSIDAD DE CHILE. 1979. Informe I "Situación actual de los programas de introducción de especies forestales en Chile". Proyecto CONAF/PNUD/FAO/CHI-76/003, Actividad I.2.2. Introducción de especies forestales. Santiago.
- , 1979. Informe II "Áreas cubiertas con ensayos de introducción de especies y Ubicación de nuevas experiencias". Proyecto CONAF/PNUD/FAO/CHI-76/003, Actividad I.2.2 Introducción de especies forestales. Santiago.
- LAURIE, M.V. 1976. Prácticas de plantación de árboles en la Sabana africana. F.A.O., Roma. 200 pp.
- METRO, A. 1967. Silvicultura. Simposio Mundial de la F.A.O. sobre bosques artificiales. UNASYLVA 21(86-87):23-45.
- NAVIA, P. 1979. Viveros de Eucalyptus. Instituto Forestal. Informe Interno. Santiago, Chile. 57 pp.
- OSTLE, B. 1977. Estadística aplicada. Editorial Limusa, México.
- PARRY, M.S. 1957. Métodos de plantación de bosques en el Africa Tropical, F.A.O., Roma. 334 pp.
- PATIRO, F. Y GARSON, J.C. 1976. Manual para el establecimiento de ensayos de procedencias. Boletín Divulgativo N° 43. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. México. 61 pp.

- PRADO, J.A. 1977. Supervivencia y desarrollo de algunas especies de los géneros Eucalyptus, Pinus y Pseudotsuga introducidas en la provincia de Arauco. Informe Técnico N° 57. Instituto Forestal. Santiago, Chile. 20 pp.
- , 1979. Resultados de ensayos de introducción de especies en Panguipulli, provincia de Valdivia. Informe Técnico N° 64. Instituto Forestal. Santiago, Chile. 32 pp.
- PRADO, J.A. Y NAVIA, P. 1977. Resultados preliminares de ensayos de introducción de especies. Instituto Forestal. Santiago, Chile. 19 pp.
- ROJAS, P. Y BARROS, D. 1979. Crecimiento de seis especies forestales ensayadas entre Arauco y Llanquihue. Instituto Forestal. Santiago, Chile. 35 pp.
- SNEDECOR, G.W. AND COCHRAN, W.G. 1967. Statistical methods. Iowa State Univ. Press. pp. 593.
- WRANN H., J. 1979. Resultados de introducción de tres especies de Eucalyptus en Mulchén, provincia de Bfo-Bfo. Evaluación de los resultados a los 10 años de edad. Informe Técnico N° 58. Instituto Forestal. Santiago, Chile. 24 pp.
- WRIGHT, J.W. 1964. Mejoramiento genético de los árboles forestales. F.A.O., Roma. pp. 247-299.

ANEXO .

A N E X O N° 1

## Lista de Proveedores de Semillas del Instituto Forestal.

Con el objeto de facilitar la adquisición de semillas de árboles forestales, se entrega una lista de los proveedores habituales del Instituto Forestal.

- Centro de Semillas de Chillán.  
Casilla 203, Chillán.  
Chile.
- Herbst Brothers.  
Seedsmen, Inc.  
1000 N. Main St., Brewster, N.Y. 10509  
U.S.A.
- Mountain Valley Nursery.  
P.O. Box 81 Lincoln, New Mexico 88338  
U.S.A.
- Banco de Semillas del Servicio Forestal Canadiense.  
Petawawa Forest  
Experiment Station  
Chalk River, Ontario.  
K0J 1 J0  
Canadá
- Conrad Appel.  
Conrad Appel K.G., Bismarckstrasse 59, Postfach 147. D-6.100  
Darmstadt  
Alemania Federal.
- Telefon (06141) 81056  
Telex 419641  
Telegrammadresse, Saatappel.
- Florsilva Ansaloni.  
P.O. Box 2100  
40100 Bologna  
Italy.

- Setropa.  
P.O. Box 203, Bussum  
Holland  
Cables: Setropa Bussum  
Telephone (02159) 45860  
Telex: Vfa Intx. N.L. 26401.
  
- Timmers E and Leyer.  
P.O. Box 17, Heemstede  
Holland  
Telegrams : Timley  
Telephone : 284340  
Telex : 41754 Timly N.L.
  
- The Old Farm Nurseries.  
P.O. Box 1  
Boskoop  
Holland
  
- Schwarzwälder Forst Und Gehölzsamen  
7270 Nagold 1 - Emmingen Westdeutschland  
Germany
  
- CSIRO  
Division of Forest Research - Seed Section  
Banks Street Yarralumla, Box 4008, Post Office.  
Canberra A.C.T- 2600  
Australia.
  
- Flamingo Enterprises PTY LTD  
Seed Collectors and Exporters  
P.O. Box 1037  
East Nowra N.S.W. 2540  
Australia.
  
- Tasmanian Forest Seeds.  
"Summersleas Farm"  
Leslie Road  
Kingston, Tasmania  
Australia 7150.

- Kumar International  
Ajmal - 206121, Etawan, (U.P)  
India

Además de estas direcciones que aquí se publican, FAO publicó un catálogo de semillas en el año 1975, en el que se encuentran otras tantas direcciones de proveedores de todo el mundo, y además se entrega a éste los países productores de semillas de cada una de las especies.

NUMERO DE SEMILLAS POR KILOGRAMO DE ALGUNAS  
ESPECIES PARA LOS ENSAYOS DE INTRODUCCION DE ESPECIES

Para facilitar los pedidos de semilla en cuanto a las cantidades requeridas, se presenta una lista del número aproximado de semillas por kilogramo de algunas especies interesantes para los ensayos de introducción de especies.

Especies	Número de semillas por kilogramo	País
Acacia aneura	74.000	Australia
Acacia caven	10.000	Chile
Acacia cyanophylla	58.000	Australia
Acacia cyclops	30.000	Australia
Acacia dealbata	74.000	Australia
Acacia melanoxylon	85.000	Australia
Acacia seyal	23.000	Sudán
Caesalpinia spinosa	4.000	Chile
Cupressus macrocarpa	200.000	Chile
Cupressus sempervirens	125.000	España
Cupressus torulosa	234.000	Chile
Chamaecyparis lawsoniana	450.000	España
Eucalyptus delegatensis	108.000	Australia
Eucalyptus globulus	70.000	Australia
Eucalyptus grandis	632.000	Australia
Eucalyptus gunnii	92.000	Australia
Eucalyptus maidenii	110.000	Australia
Eucalyptus obliqua	86.000	Australia
Eucalyptus regnans	181.000	Australia
Eucalyptus saligna	560.000	Australia
Eucalyptus viminalis	347.000	Australia
Pinus contorta	300.000	U.S.A.
Pinus coulteri	3.000	U.S.A.
Pinus elliotii	32.000	U.S.A.
Pinus halepensis	55.000	España
Pinus jeffreyi	8.800	U.S.A.
Pinus muricata	110.000	U.S.A.
Pinus ponderosa	26.500	U.S.A.

Especies	Número de semillas por kilogramo	País
<i>Pinus radiata</i>	28.000	Chile
<i>Pinus taeda</i>	45.500	U.S.A.
<i>Prosopis chilensis</i>	30.000	Chile
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	88.000	U.S.A.
<i>Quercus suber</i>	375	España
<i>Quillaja saponaria</i>	140.000	Chile
<i>Robinia pseudoacacia</i>	49.000	Chile
<i>Schinus molle</i>	38.200	Francia

PUBLICACIONES DEL PROYECTO CONAF/PNUD/FAO-  
CHI/76/003

- DOCUMENTO TECNICO N° 1. Enero, 1978. 400 p.  
"Bibliografía Forestal de Chile, Retrospectiva 1800-1975".
- DOCUMENTO DE TRABAJO N° 1. Junio, 1977  
B. Husch y E. Jones: "Estado actual de las Plantaciones de Pinus radiata en Chile".
- DOCUMENTO DE TRABAJO N° 2. Septiembre, 1977. 19 p.  
Bertram Husch: "Política Forestal, Su Significado, Formulación y Utilidad".
- DOCUMENTO DE TRABAJO N° 3. Octubre, 1977. 128 p.  
"Resumen de Información sobre Proyectos de Investigación Forestal en Chile 1967-1977".
- DOCUMENTO DE TRABAJO N° 4. Septiembre, 1977. 62 p.  
Equipo de Trabajo en Inventarios Forestales: "Seminario sobre objetivos de un Inventario Forestal Continuo en Chile".
- DOCUMENTO DE TRABAJO N° 5. Febrero, 1978. 48 p.  
Larry Benítez L.: "Recopilación de las Investigaciones realizadas en el país acerca de Plagas y Enfermedades en Pino insignis y Eucaliptus".
- DOCUMENTO DE TRABAJO N° 6. Marzo, 1978. 134 p.  
Boris Cerda S.: "Política y Clasificación de la Legislación Forestal Chilena en Actual Vigencia".
- DOCUMENTO DE TRABAJO N° 7. Abril, 1978. 85 p.  
Robert Bjornsen: "La Preparación de Ejercicios para el Simulador de Incendios".
- DOCUMENTO DE TRABAJO N° 8. Mayo, 1978. 118 p.  
"Bibliografía Forestal de Chile 1975-1977".
- DOCUMENTO DE TRABAJO N° 9. Mayo, 1978. 48 p.  
Víctor Durán, Carlos Douglas, Gonzalo Espinoza, Charles Jordan:  
"Proposición para la Expansión del Programa Nacional de Capacitación de Obreros Forestales".

- DOCUMENTO DE TRABAJO N° 10. Agosto, 1978. 55 p.  
Boris Cerda S., Manuel Délano C.: "Análisis del Sistema de Divulgación de las Publicaciones Forestales Chilenas".
- DOCUMENTO DE TRABAJO N° 11. Noviembre, 1978.  
Rowland Burdon: "Mejoramiento Genético Forestal en Chile".
- DOCUMENTO DE TRABAJO N° 12. Noviembre, 1978. 94 p.  
Gara, Robert I.: "Protección Forestal en Chile: Proposición de un Plan Nacional".
- DOCUMENTO DE TRABAJO N° 13. Octubre, 1978. 55 p.  
Equipo de Trabajo en Investigaciones Forestales: "El Rol del Estado en la Investigación Forestal (El caso de Chile)".
- DOCUMENTO DE TRABAJO N° 14. Diciembre, 1978. 36 p.  
Fenton, Robert: "Un Programa de Investigación para las Plantaciones Chilenas en *Pinus radiata*".
- DOCUMENTO DE TRABAJO N° 15. Marzo, 1979. 132 p.  
César Ormazábal P., Boris Cerda S.: "Boletín Bibliográfico Forestal Chileno 1978".
- DOCUMENTO DE TRABAJO N° 16. Marzo, 1979. 52 p.  
Andrew G. Gordon: "Uso y Abastecimiento de Semillas Forestales en Chile".
- DOCUMENTO DE TRABAJO N° 17. Abril, 1979.  
Fernando Cox Z.: "Diseño y Manual de Instrucciones para el Inventario Forestal Nacional Continuo de Plantaciones Forestales".
- DOCUMENTO DE TRABAJO N° 18. Mayo, 1979. 85 p.  
Mauricio Montecinos R., Patricio Argandoña R.: "Legislación Actual Sobre el Patrimonio Forestal del Estado de Chile".
- DOCUMENTO DE TRABAJO N° 19. Mayo, 1979. 58 p.  
J.A. Adams: "Fertilización de Plantaciones de *Pinus radiata* en Chile".
- DOCUMENTO DE TRABAJO N° 20. Mayo, 1979.  
George Fry: "Propuesta para el Manejo Intensivo de Plantaciones de *Pinus radiata* en Chile".
- DOCUMENTO DE TRABAJO N° 21. Mayo, 1979. 55 p.  
Fernando Cox Z.: "Antecedentes básicos para el diseño del Sistema de procesamiento de datos del Inventario Nacional Continuo de Plantaciones Forestales".

- DOCUMENTO DE TRABAJO N° 22. Junio, 1979. 81 p.  
Ramiro Morales A., Benjamín Olivares P., Juan Gutiérrez M., y Jaime García S.: "Estado Actual del Manejo de Plantaciones de Pinus radiata D. Don en Chile".
- DOCUMENTO DE TRABAJO N° 23. Julio, 1979.  
Goetz Schuerholz: "Proposición para la Administración y el Manejo de los Recursos de Vida Silvestre en Chile".
- DOCUMENTO DE TRABAJO N° 24. Julio, 1979.  
Harald Schmidt, Roberto Ipinza, León Vial: "Regeneración de Bosque Nativo de raulí. Estudio Bibliográfico".
- DOCUMENTO DE TRABAJO N° 25. Julio, 1979. 191 p.  
Brian L. Houseal S.: "Manual para la Planificación y Diseño de los Parques Nacionales".
- DOCUMENTO DE TRABAJO N° 26. Agosto, 1979. 81 p.  
César Ormazábal Pagliotti: "Análisis Crítico de los Estudios de Mercado de Productos del Pinus radiata realizados en Chile".
- DOCUMENTO DE TRABAJO N° 27. Agosto, 1979. 81 p.  
Manuel Contreras S., Carmen Luz de la Haza A., Ricardo Merino C., Ramiro Morales A., Patricio Barros F., y Andrés Weintraub P.: "Metodología de Evaluación Económica de Parques Nacionales".
- DOCUMENTO DE TRABAJO N° 28. Septiembre, 1979. 40 p.  
Fernando Garrido, Manuel Ibarra, Jacqueline Steirmetz y Jorse Serón: "Variación de Poblaciones Naturales de Raulí (Nothofagus alpina (Poepp et Endl) Oerst). Revisión Bibliográfica".
- DOCUMENTO DE TRABAJO N° 29. Octubre, 1979. 94 p.  
Mario Puente E., Claudio Donoso Z., Rubén Peñaloza W., y Eduardo Morales V.: "Manejo de renovales de raulí (Nothofagus alpina) y roble (Nothofagus obliqua). Identificación y caracterización de renovales de raulí y roble".
- DOCUMENTO DE TRABAJO N° 30. Noviembre, 1979. 114 p.  
Ramiro Morales A., Andrés Weintraub P., Roland Peters H. y Jaime García: "Modelos de Simulación y Manejo para Plantaciones Forestales". Conceptos y Revisión Bibliográfica.