

# **MEJORAMIENTO FORESTAL A NIVEL DE ESPECIES Y PROCEDENCIAS**

**(Tree improvement at species and provenance level)**

**NOTA DE CLASE No. D.3**

**A.P. Pedersen, K.Olesen y L.Graudal**

**Humlebaek, Dinamarca. Junio 1993**

**CONTENIDO**

	<b>PAGINA</b>
<b>1. INTRODUCCION</b>	<b>59</b>
<b>2. DEFINICIONES</b>	<b>60</b>
<b>3. SELECCION</b>	<b>60</b>
3.1 Consideraciones preliminares para la selección	
3.2 Criterios de selección	
<b>4. EVALUACION</b>	<b>64</b>
4.1 Ensayos de especies	
4.2 Diseños simples para ensayos de especies	
4.3 Ensayos de procedencias	
4.4 Sitios experimentales	
4.5 Esquema para ensayos de especies y procedencias	
<b>5. EL USO DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS</b>	<b>71</b>
<b>6. LITERATURA SELECCIONADA</b>	<b>72</b>

## 1. INTRODUCCION

Un programa de mejoramiento forestal está formado por todas las acciones diseñadas para producir árboles genéticamente deseables.

Es importante que cualquier programa de mejoramiento forestal sea planificado y coordinado de acuerdo con los objetivos y prioridades de los programas nacionales de plantación, de tal forma que se ponga énfasis en las especies de importancia actual o de mayor potencial futuro y se evite la duplicación de ensayos.

El objetivo de cualquier programa de mejoramiento forestal es optimizar uno o más de los siguientes puntos:

1. La calidad del producto final (madera, leña, forraje, sombra, etc.).
2. La sobrevivencia (adaptación al ambiente).
3. Resistencia a plagas y enfermedades.
4. La tasa de crecimiento.

Una mala selección para crecimiento dará resultados menos favorables, pero una mala selección para adaptabilidad, resistencia y, posiblemente aún más, para la calidad del producto final, puede resultar en enormes pérdidas o en un completo desastre.

Un programa de mejoramiento generalmente se divide en varias etapas:

1. Selección de especies deseables.
2. Selección de procedencias superiores dentro de una especie.
3. Selección de familias e individuos deseables dentro de una procedencia.
4. Mejoramiento (cruces) controlado, incluyendo recombinación e hibridación.

El presente documento trata del mejoramiento forestal a nivel de especies y procedencias. El mejoramiento a nivel de familias y de individuos es tratado en el documento de Roulund y Olesen (1992). Aunque ambos niveles se tratan en forma separada, a menudo se combinan en la práctica.

La importancia generalmente aumenta desde el nivel de individuo, pasando por la procedencia, hasta el nivel de especie. La selección de la especie es la escogencia más vital y trascendental de cualquier programa de mejoramiento genético forestal.

Los documentos "Introducción al mejoramiento forestal" (Barner *et al.*, 1991), "Introducción a la genética forestal" (Wellendorf y Ditlevsen, 1992), "Beneficios del mejoramiento genético forestal" (Willan, 1988) y "La variación natural como base para el mejoramiento forestal" (Willan *et al.*, 1989) brindan un adecuado complemento al tema tratado en el presente documento.

## 2. DEFINICIONES

Una especie es comúnmente definida como un grupo de individuos de morfología similar capaces de cruzarse con individuos del mismo grupo pero no con individuos de otro grupo. Sin embargo, no existe un acuerdo general sobre el grado de similaridad que debe existir entre dos individuos para ser considerados de la misma especie.

Generalmente no es difícil distinguir entre las especies ya que estas difieren en muchas características, pero en casos de duda se debe consultar botánicos taxónomos para verificar.

La localización geográfica de un fuente de semilla se denomina su procedencia. Dentro de una especie, las procedencias pueden diferir, por ejemplo, en crecimiento y adaptabilidad a los sitios.

## 3. SELECCION

### 3.1 Consideraciones preliminares para la selección

Dadas las grandes y evidentes diferencias visibles que existen entre especies en la naturaleza, generalmente se acepta que la selección de la(s) especie(s) es la escogencia más importante de cualquier programa de plantación o de mejoramiento genético. De hecho, es en este punto donde consciente o inconscientemente empiezan todos los reforestadores.

También se encuentra plenamente establecido que la selección de la procedencia es de gran importancia. La falta de éxito en las plantaciones forestales se puede deber a que la fuente de semilla usada proviene de una área con condiciones ambientales diferentes al sitio de plantación. En este caso, la adaptación a las condiciones (diferentes) del sitio de origen hacen que la fuente de semilla sea inadecuada para el sitio de plantación.

La ley de rendimientos decrecientes es fundamental en mejoramiento genético forestal: cuanto más cerca se está de la población ideal, mayores son los costos y esfuerzos para lograr una unidad adicional de ganancia. Como se muestra en la Figura 1, la mayor ganancia se obtiene al inicio del programa, donde se hace la selección de especies y procedencias.

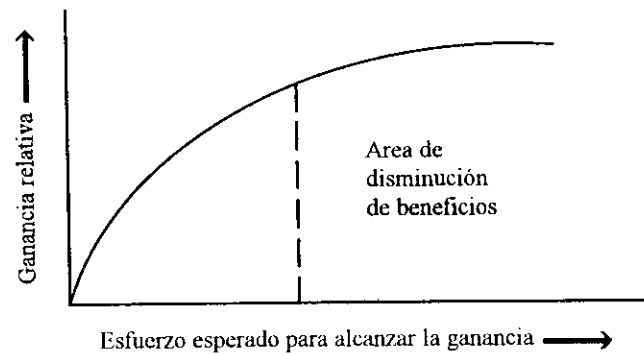


Figura 1. Ganancia obtenida del mejoramiento forestal como una función del esfuerzo aportado; ley de rendimientos decrecientes (Zobel y Talbert, 1984). El mejoramiento a nivel de selección de especies y procedencias se ubica en la parte izquierda de la figura. El mejoramiento avanzado (después de varias generaciones) basado en la selección individual se ubica en la sección derecha.

La distribución natural de algunas especies comprende grandes áreas. Otras especies tienen una distribución limitada. Entre más grande sea la distribución, mayor es la probabilidad de que exista una variación genética amplia. Esto se debe a la ocurrencia de adaptaciones diferentes a ambientes locales distintos.

La variación genética es la base del mejoramiento forestal. Mientras que algunas especies muestran gran variación otras son más uniformes. Entre más grande sea la variación genética mayor es la ganancia probable que se obtiene de la selección. El desarrollar un programa de mejoramiento con una especie muy uniforme más allá del nivel de procedencias puede ser de poca utilidad.

Si un país tiene un programa de plantaciones, la selección de la(s) especie(s) para un proyecto de mejoramiento genético tiene que corresponder con los objetivos y las especies del programa.

El conocimiento y las experiencias a nivel local con rodales o plantaciones de especies nativas o introducidas, los ensayos establecidos, los jardines botánicos, etc., pueden dar una primera indicación sobre el potencial de las posibles especies. Esta información se debe ampliar revisando literatura disponible y mediante el intercambio con colegas forestales en otra áreas del país o en el exterior.

Los resultados de otros ensayos de especies y procedencias en otras regiones o países pueden ser de mucha utilidad si provienen de zonas con ambientes similares (clima, suelo, topografía, etc.).

Cuando no existe información, se prueban varias especies en pequeñas parcelas establecidas en sitios típicos del área de reforestación. Los sitios se deben seleccionar cuidadosamente para que sean una muestra representativa de la variación existente en el área de plantación. La extrapolación de los resultados en pequeñas parcelas de una especie a toda el área de plantación no involucra un gran riesgo. Los pequeños ensayos de especies bien planificados y adaptados a los recursos humanos y financieros disponibles, frecuentemente generan información más útil que grandes ensayos con una planificación e implementación deficiente.

En la evaluación de especies es importante seleccionar un número limitado, pero suficiente, de fuentes de semilla/procedencias de cada especie para evitar estimaciones erróneas sobre su comportamiento debido a representación inapropiada de las mismas. Idealmente, las fuentes de semilla deben representar la variación genética en adaptabilidad, floración, fructificación y otras características importantes. En la práctica, generalmente se debe enfrentar esta situación. Para ello se deben incluir procedencias de áreas donde la especie parece estar en su óptimo, así como de ambientes "extremos" donde se debe desarrollar de una manera adecuada para superar condiciones extremas o severas.

Cuando se decide introducir nuevas especies se debe considerar lo siguiente:

1. El comportamiento y las características de las especies en su hábitat natural.
2. El grado de similaridad entre las regiones de origen y de plantación.

Generalmente las especies de climas similares o ligeramente más severos al del sitio de plantación son las más promisorias y seguras para seleccionar. Sin embargo, las especies de sitios con suelos y climas más favorables, pueden poseer un mayor potencial de crecimiento, lo que puede dar resultados sorprendentemente buenos. Por ejemplo, en América Central, *Pinus tecunumanii* y *P. oocarpa* comparten gran parte de su distribución natural. Sin embargo, aunque a menudo crecen mezcladas, *P. tecunumanii* tiende a ocupar las áreas con suelos menos pobres y microclimas más favorables. En los ensayos internacionales de procedencias de pinos, en donde se incluyen ambas especies, las procedencias de *P. tecunumanii* presenta un crecimiento notablemente mejor que el de las de *P. oocarpa*. Otro ejemplo se presenta con *Prosopis juliflora*, también de América Central, que se comporta bien en sitios pobres con climas muy secos en India y Africa. Un ejemplo de una especie originaria de regiones difíciles que se comporta bien en buenos suelos, inclusive reemplazando especies nativas, es el *Eucalyptus camaldulensis* de Australia, que ha dado buenos resultados en suelos favorables en Africa, Asia, América y el Mediterráneo.

En el caso de especies introducidas, la semilla se debe recolectar de rodales de origen conocido. Es importante que se identifiquen bien las fuentes de semillas, de forma que se puedan utilizar nuevamente las que han dado buenos resultados y se rechacen las fuentes indeseables.

Es esencial realizar ensayos de procedencias adicionales con las especies promisorias que presenten un rango de distribución natural geográfica y ecológicamente amplio.

### **3.2 Criterios de selección**

Cuando se tienen que seleccionar especies o procedencias, es necesario conocer el objetivo de la plantación y las prioridades establecidas en la política forestal nacional.

La selección de la especie y la procedencia correcta es una decisión vital en cualquier programa de plantación o de mejoramiento genético. La meta es disponer de especies y procedencias que:

1. Cumplan con el objetivo de plantación.
2. Estén bien adaptadas al sitio de plantación.

Es importante recordar que las características que observamos en los árboles están parcialmente determinadas por su constitución genética y parcialmente influenciadas por el ambiente en que se han desarrollado.

Aspectos como la forma del fuste, hojas, flores, frutos y semillas, llamados características cualitativas, generalmente están gobernados en gran medida por factores genéticos y se heredan fuertemente de generación a generación. Muchas de estas características son decisivas para distinguir entre especies.

Las características cuantitativas, como la tasa de crecimiento, la producción de frutos o resinas, están fuertemente influenciadas por el ambiente, aunque también pueden presentar gran variación genética. Generalmente, las características de "presente o ausente" tienden a ser cualitativas y presentan alta heredabilidad, mientras que las características de "más o menos" tienden a ser cuantitativas y presentan menor heredabilidad.

Es importante reconocer entre especies nativas o introducidas. Las poblaciones nativas, después de muchas generaciones de selección natural, están bien adaptadas a su ambiente. Una población introducida, generalmente está menos adaptada. Sin embargo, después de varias generaciones, dicha población introducida se puede adaptar mejor al medio ambiente y convertirse en una raza local. A menudo

las especies o poblaciones nativas son más seguras pero no necesariamente las mejores.

Existen muchas interacciones entre los árboles y el ambiente que determinan el éxito o el fracaso de una plantación. No existe sustituto para los ensayos de especies y procedencias en sitios típicos, para realizar una acertada selección y como base para el desarrollo de programas de reforestación a gran escala.

## 4. EVALUACION

### 4.1 Ensayos de especies

La selección de especies puede pasar por una serie de etapas que eventualmente finalizarán en la selección de unas cuantas procedencias de unas pocas especies, apropiadas para los propósitos de plantación y bien adaptadas a las condiciones ambientales del área en cuestión.

Las etapas pueden ser las siguientes:

#### 1. Ensayos de eliminación de especies.

En esta etapa se prueba una gran cantidad de especies (20 a 40) en pequeñas parcelas en uno o pocos sitios por un corto periodo de tiempo (1/10 a 1/5 de la rotación) para evaluar la sobrevivencia y el crecimiento inicial. Normalmente se prueban pocas procedencias (2 a 3) de cada especie.

Generalmente se incluyen las poblaciones locales dado que son fáciles de conseguir y resultaría una fuente barata si muestran buen comportamiento.

#### 2. Ensayos de especies (fase de crecimiento).

En estos ensayos se prueba un número reducido de especies promisorias (5 a 10); se usan parcelas más grandes y mayores periodos de evaluación (1/4 a 1/2 de la rotación). Por lo general, se usa un mayor número de procedencias (3 a 5) por especie, especialmente en especies de amplia variación y distribución natural.

#### 3. Fase de validación, plantaciones piloto.

En esta fase se confirma la superioridad de las especies seleccionadas en la etapa anterior, bajo condiciones normales de plantación.



#### 4.2 Diseños simples de ensayos de especies

Es importante tener un enfoque realista con respecto al tamaño de los ensayos y considerar cuidadosamente la capacidad para realizar diferentes diseños, métodos de evaluación y análisis de los resultados. Ensayos simples y rígidos pueden dar resultados útiles y son mejores que ensayos más sofisticados si estos no son bien manejados o necesitan más recursos financieros y humanos de los que el proyecto o la estación experimental disponen y, por tanto, tienen que ser dejados inconclusos. Las figuras 2 y 3 muestran diseños sencillos y útiles.

Tratamientos (especies)	Arboles		Tratamientos (especies)	Arboles	
15	xxxxxxxxxx		4	xxxxxxxxxx	
9	xxxxxxxxxx		6	xxxxxxxxxx	
4	xxxxxxxxxx		17	xxxxxxxxxx	
3	xxxxxxxxxx		2	xxxxxxxxxx	
7	xxxxxxxxxx		7	xxxxxxxxxx	
12	xxxxxxxxxx		13	xxxxxxxxxx	
13	xxxxxxxxxx	B	14	xxxxxxxxxx	B
10	xxxxxxxxxx	L	15	xxxxxxxxxx	L
5	xxxxxxxxxx	O	1	xxxxxxxxxx	O
20	xxxxxxxxxx	Q	20	xxxxxxxxxx	Q
2	xxxxxxxxxx	U	10	xxxxxxxxxx	U
8	xxxxxxxxxx	E	18	xxxxxxxxxx	E
19	xxxxxxxxxx		9	xxxxxxxxxx	
18	xxxxxxxxxx	I	16	xxxxxxxxxx	II
6	xxxxxxxxxx		12	xxxxxxxxxx	
16	xxxxxxxxxx		3	xxxxxxxxxx	
14	xxxxxxxxxx		19	xxxxxxxxxx	
17	xxxxxxxxxx		11	xxxxxxxxxx	
11	xxxxxxxxxx		8	xxxxxxxxxx	
1	xxxxxxxxxx		5	xxxxxxxxxx	

Figura 2. Un diseño experimental sencillo y adecuado, por ejemplo, para ensayos de eliminación de especies. Se muestran 20 especies (tratamientos) con parcelas en línea, con 10 árboles por parcela y dos bloques (repeticiones).

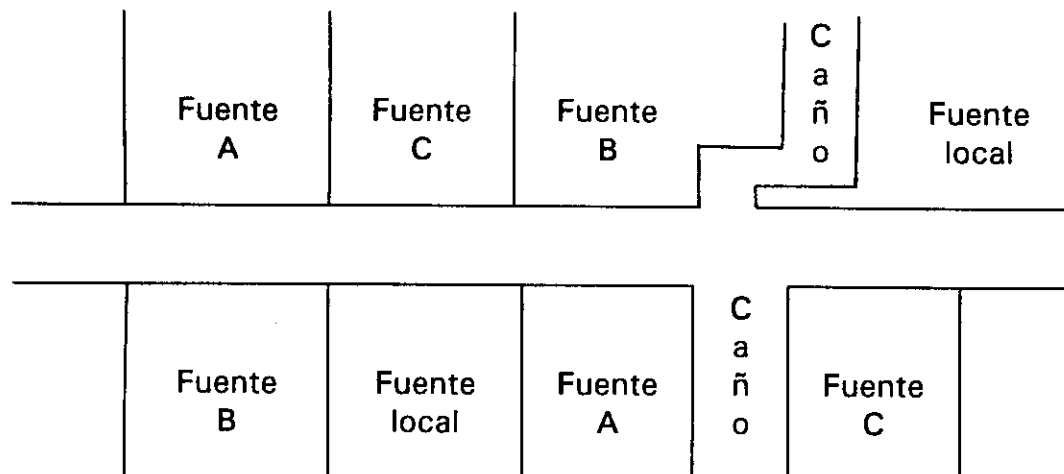


Figura 3. Mapa esquemático de un ejemplo práctico de una área de plantaciones piloto mostrando tres fuentes (procedencias) introducidas (A, B y C) y una local.

En el documento "Introducción a los principios de diseño y evaluación de experimentos de mejoramiento forestal" (Graudal, 1993) se describen diseños más complicados.

#### 4.3 Ensayos de procedencias

Un ensayo de procedencias, en donde se prueban muchas fuentes de semilla de una especie promisoría, es una herramienta esencial para estimar el grado de variación que existe dentro de una especie.

Para especies de distribución amplia, la selección de procedencias puede seguir las siguientes etapas o fases:

1. Muestreo de procedencias de rango amplio.
2. Muestreo de procedencias de rango restringido.
3. Fase de validación de procedencias.

Al iniciar la primera etapa, frecuentemente se conoce muy poco sobre los patrones de variación de la especie. Por este motivo, la decisión sobre cuáles procedencias incluir se hace con base en factores ambientales y geográficos de la distribución natural de la especie. Se sugiere incluir de 10 a 30 procedencias, las cuales se evalúan durante 1/4 a 1/2 de la rotación.

Tal como se mencionó antes, se deben incluir procedencias del área donde la especie muestra un comportamiento óptimo, así como de ambientes extremos u ocurrencias insulares. Se deben también incluir muestras (procedencias) adicionales cuando existe variación fenotípica obvia e inusual.

En áreas grandes y homogéneas, se deben establecer límites artificiales para definir procedencias. Es recomendable usar como límites los caminos, ríos y otros aspectos relevantes y permanentes del paisaje. También puede ser útil dividir el área en una cuadrícula y tomar una muestra sistemática de cada cuadro o de cada cierto número fijo de cuadros. El muestreo sistemático puede revelar la dirección y la magnitud de posibles tendencias de variación existentes que no son observables en el campo.

Generalmente se recomienda recolectar semilla de 25 a 30 árboles no emparentados por procedencia, para obtener una muestra representativa de la composición genética de la misma. El número de árboles recomendado por diferentes autores varía de 10 a 50.

Para evitar que la variación incluida en la muestra sea reducida como consecuencia de seleccionar árboles muy relacionados genéticamente (o de árboles que tengan una incidencia de autopolinización anormalmente alta), se recomienda que la distancia mínima entre árboles seleccionados en rodales naturales sea de 100 m a 300 m. En plantaciones, los árboles adyacentes generalmente no están emparentados debido a que la semilla se mezcla durante la recolección y procesamiento y, por tanto, no se necesita una distancia mínima entre árboles seleccionados (al menos por este motivo).

Se recomienda con frecuencia seleccionar árboles dominantes o codominantes "iguales" o "no inferiores al promedio" en rodales "promedio". Mayor información sobre los criterios para seleccionar árboles se encuentra en Willan (1985).

Si es posible, se pueden incluir criterios "estandar" a nivel nacional para que las nuevas fuentes puedan ser comparadas con fuentes bien conocidas o reconocidas.

Las razas locales de especies exóticas también se deben incluir, ya que a menudo se comportan mejor que las nuevas introducciones.

En la segunda etapa se prueban de 3 a 5 procedencias promisorias por un periodo de media a una rotación.

En la tercera etapa se establecen plantaciones piloto con las mejores procedencias (1 a 2).

Las diferentes fases de los ensayos de especies y procedencias frecuentemente se desarrollan en forma más o menos concurrente, de manera que los resultados puedan ser usados para establecer ensayos adicionales en la medida en que estén disponibles. En la figura 4 se muestra un ejemplo.

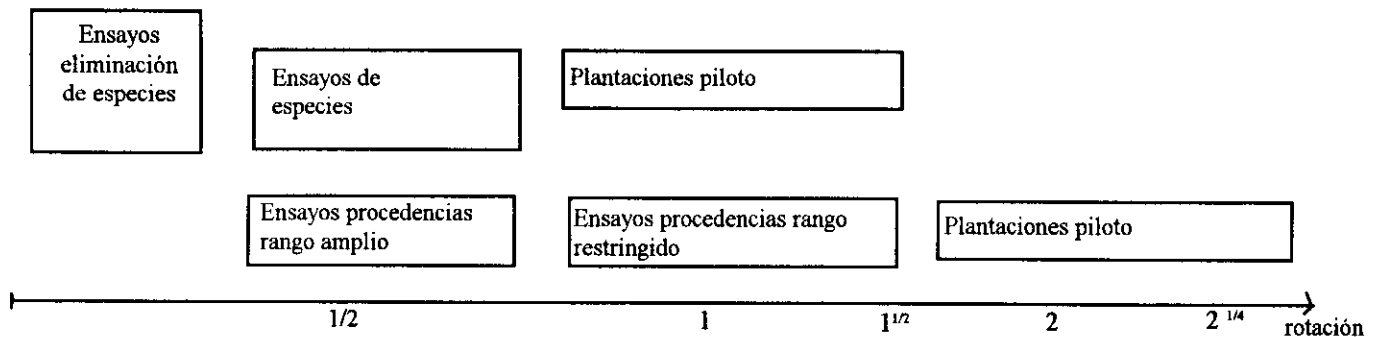


Figura 4. Ejemplo de una posible programación de las diferentes etapas de ensayos de especies y procedencias

Un programa de mejoramiento genético usualmente desarrolla sólo una parte del esquema total.

#### 4.4 Sitios experimentales

Cada sitio debe ser lo más uniforme posible.

Los sitios deben ser representativos del área de plantación para ayudar a la validez de los resultados de los experimentos.

Los ensayos de campo cubren áreas grandes, por lo que inevitablemente se incluye variación sistemática en factores como suelo, microclima, topografía, aspecto, uso anterior, etc. El método más simple para evitar que las diferencias entre poblaciones se confundan con variación sistemática ambiental es mediante el bloqueo. El área experimental se divide en bloques de manera que cada uno corresponda a las subdivisiones ambientales más importantes, manteniendo al mismo tiempo homogeneidad dentro de cada bloque. En las figuras 5 y 6 se muestran ejemplos. En la mayoría de los diseños los bloques son de tamaño similar, conteniendo cada uno igual número de parcelas experimentales.

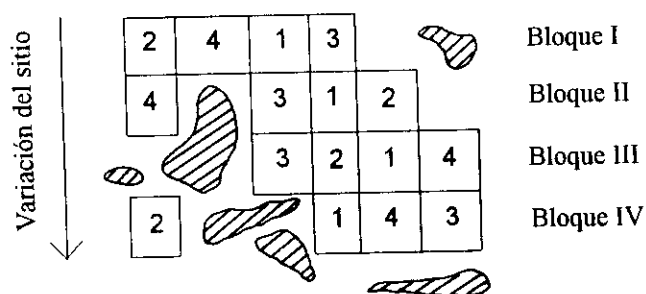


Figura 5. Ejemplo de distribución de bloques. El sitio varía sistemáticamente en la dirección de la flecha y existen algunos afloramientos rocosos, tal como se indica (Burley & Wood, 1976).

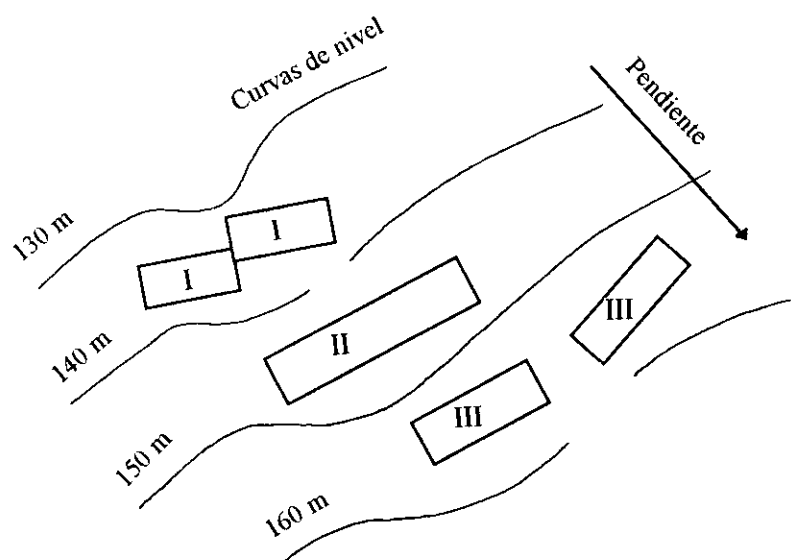


Figura 6. Ejemplo de distribución de bloques en las cimas de colinas (Burley & Wood, 1976).

El número de repeticiones debe ser "adecuado". Teóricamente, la precisión de la comparación entre medias poblacionales es proporcional a la raíz cuadrada del número de repeticiones. En la práctica, sin embargo, existe un factor importante que reduce la ganancia en precisión. Para cualquier tamaño de parcela y número de poblaciones, el aumento en el número de repeticiones significa un experimento más grande y, consecuentemente, una mayor probabilidad de encontrar heterogeneidad en el sitio.

Es común establecer de 3 a 4 bloques, cada uno con hasta 25 a 30 parcelas. El esquema general se presenta en el punto 4.5.

La asignación aleatoria de cada especie o procedencia a las parcelas es la mejor forma de evitar sesgos en la estimación de las diferencias entre poblaciones (evitando que las parcelas de una población sean ubicadas solamente en sitios "buenos" o en sitios "malos").

Cuando aumenta el número de poblaciones, los diseños más simples se vuelven menos eficientes, debido a que la variación aleatoria o sistemática dentro de las repeticiones tiende a crecer. Este problema se enfrenta de dos maneras: (a) las parcelas se arreglan en bloques más pequeños (bloques incompletos) o (b) se reduce el tamaño de la parcela. Estos métodos se describen en mayor detalle en Graudal (1993).

Los métodos para el establecimiento y evaluación de ensayos de campo son tratados por Keiding (1992) y Graudal (1993).

#### **4.5 Esquema para los ensayos de especies y procedencias**

Ensayos de eliminación de especies: 20 a 40 especies posibles; 2 a 3 procedencias de cada especie; duración de 1/10 a 1/5 de la rotación; parcela mínima de 5 árboles en línea; parcela "máxima" de 25 árboles (5x5); 2 repeticiones (bloques).

Ensayos de especies: 5 a 10 especies promisorias; 3 a 5 procedencias por especie; duración de 1/4 a 1/2 de la rotación; tamaño de parcela de 16 a 25 árboles (4x4 ó 5x5) más una o dos líneas de borde; 3 a 4 repeticiones.

Plantaciones piloto de especies: 3 a 5 mejores especies; 1 a 2 procedencias por especie; duración de una rotación; parcela "mínima" de 100 árboles (10x10) más dos líneas de borde; parcela máxima; rodal de tamaño normal para uso en plantaciones.

Ensayos de procedencias de rango amplio: 10 a 30 procedencias; duración de 1/4 a 1/2 de la rotación; tamaño de parcela (por ejemplo) de 25 árboles (5x5) más una línea de borde; 3 a 4 repeticiones.

Ensayos de procedencias de rango restringido: 3 a 5 procedencias; duración de media a una rotación; tamaño de parcela (por ejemplo) de 100 árboles (10x10) más una línea de borde; 3 a 4 repeticiones.

Plantaciones piloto de procedencias: 1 a 2 procedencias; hasta una rotación y con un tamaño de rodal normal.

Número de árboles semilleros: generalmente se recomienda 25 a 30 árboles no emparentados por procedencia.

Cantidad de semilla para cada muestra de procedencia: semilla suficiente para aproximadamente 12,000 plantas, lo que cubre el número total de ensayos desde eliminación de especies hasta plantaciones piloto de procedencias (estas últimas de una hectárea).

## 5. EL USO DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS

Los programas de mejoramiento forestal toman bastante tiempo. Sin embargo, no es necesario esperar muchos años hasta que se disponga del mejor material. Mientras el programa se desarrolla, se debe usar la mejor fuente de semilla o material de plantación disponible en cada momento, según lo vayan indicando los resultados preliminares de los ensayos.

Se deben generar las recomendaciones sobre especies y procedencias tan pronto como los resultados de los ensayos vayan estando disponibles.

En los ensayos de especies y procedencias generalmente se identifican las especies y procedencias indeseables, mientras que las deseables se pueden usar inmediatamente para plantaciones o para incluirlas en programas adicionales de mejoramiento a nivel de especies y procedencias y más tarde, a nivel familiar e individual (Roulund y Olesen, 1992a).

Se deben establecer nuevos rodales que sirvan como futuras fuentes de semilla de las procedencias superiores identificadas en los ensayos. Estos se deben plantar en sitios aislados de otros rodales o árboles de la misma especie (o de especies afines), para evitar contaminación con polen de fuentes inferiores. Los sitios también deben ser seguros para garantizar la permanencia de la fuente y para que sirvan además como rodales de conservación.

Roulund y Olesen (1992b) y Keiding (1991) brindan mayor información sobre la producción masiva de material mejorado.

El mejoramiento forestal es generalmente un proceso que no termina, en el cual nuevas especies y procedencias se evalúan para lograr aún mejores resultados en las plantaciones del futuro.

#### LITERATURA SELECCIONADA

- Barner, H.; et al.** 1991. Introduction to tree improvement. Danida Forest Seed Centre. Nota de clase D-1. Humlebaek, Dinamarca. 16p.
- Burley, J.; Wood, P.J.** 1976. A manual on species and provenance research with particular reference to the tropics. Tropical Forestry Papers. No. 10. C.F.I. Oxford.
- FAO.** 1985. Forest tree improvement. FAO. Forestry paper 20. Rome.
- Graudal, L.** 1993. Introduction to principles in design and evaluation of tree improvement experiments. Danida Forest Seed Centre. Nota de clase D-6. Humlebaek, Dinamarca. 51p.
- Keiding, H.** 1992. Field testing practices of a tree improvement programme. Danida Forest Seed Centre. Humlebaek, Denmark. Lecture Note D-5. 17p.
- Keiding, H.** 1991. Gene conservation and tree improvement. Danida Forest Seed Centre. Humlebaek, Denmark. Lecture Notes D-9. 18p.
- Roulund, H.; Olesen, K.** 1992a. Tree improvement at family and individual level. Danida Forest Seed Centre. Nota de clase D-4. Humlebaek, Dinamarca. 19p.
- Roulund, H.; Olesen, K.** 1992b. Mass propagation of improved material. Danida Forest Seed Centre. Nota de clase D-7. Humlebaek, Dinamarca. 14p.
- Wellendorf, H.; Ditlevsen, B.** 1992. Introduction to forest genetics. Danida Forest Seed Centre. Nota de clase D-2. Humlebaek, Dinamarca. 13p.
- Willan, R.L.** 1985. A guide to forest seed handling. FAO Forestry Paper 20/2. Rome.
- Willan, R.L.** 1988. Benefits from tree improvement. Danida Forest Seed Centre. Nota de clase A-2. Humlebaek, Dinamarca. 21p.
- Willan, R.L.; et al.** 1989. Natural variation as a basis for tree improvement. Danida Forest Seed Centre. Nota de clase A-3. Humlebaek, Dinamarca. 13p.



- Wood, P.J.; Burley, J.** 1991. A tree for all reasons. The introduction and evaluation of multipurpose trees for agroforestry. ICRAF; Science and Agroforestry 5. Nairobi.
- Wright, J.W.** 1976. Introduction to forest genetic. Academic Press. New York and London. 463p.
- Zobel, B; Talbet, J.** 1984. Applied forest tree improvement. John Wiley & Sons Inc, New York. 505 p.