

## UTILIZACION DE LOS BOSQUES DE EUCALYPTUS EN PRUEBAS DE ORIGEN Y PROCEDENCIA COMO MATERIAL PARA MEJORAMIENTO GENETICO Y COMO FUENTE DE RECURSOS GENETICOS

Yoshitaka Uetsuki<sup>1</sup>

### INTRODUCCIÓN

El bosque en prueba de origen y procedencia se prepara para elegir lugares óptimos de donde obtener semillas aptas para la forestación. Con este informe quiero explicar otra utilización de estos bosques para la silvicultura uruguaya.

### I. LOS OBJETIVOS DE LAS PRUEBAS DE ORIGEN Y PROCEDENCIA.

Cuando se quiere introducir una nueva especie o variedad de árbol hay que elegir una semilla que ha crecido en una situación similar a la de donde se va a implantar. La selección justa de las semillas es una condición necesaria para que la forestación termine con éxito y uno de los factores determinantes de la capacidad productiva del bosque.

Las condiciones que pueden influenciar sobre el crecimiento de los árboles son: factores meteorológicos como precipitación, temperatura media, etc.; condiciones de suelo: profundidad, nutrimentos, propiedades físicas, etc. Existen también otros factores negativos como heladas, insectos dañinos y enfermedades.

Entonces, en términos generales, cuando se elige la semilla de una zona de origen con condiciones similares a las del lugar donde se desea implantar, ésta será apta para la forestación. Pero normalmente cuando una especie se encuentra distribuida en forma natural con condiciones naturales distintas, ya se encuentra adaptada genéticamente a estas condiciones locales. Por otro lado, la zona que se quiere forestar puede tener una compleja variación ambiental, por eso elegir una semilla justa no es una tarea fácil.

La elección de semillas siempre va acompañada de dificultades y riesgos. Para disminuir estos riesgos se prepara un bosque de prueba de orígenes y procedencias evaluándose los resultados obtenidos.

Cuando se quiere elegir una semilla apta para forestación se divide la zona en varias sub-regiones, agrupándose desde el punto de vista climatológico y/o de características del suelo, estableciéndose en cada una de ellas un ensayo de orígenes o procedencias. Así sería la forma más adecuada de evaluación, pero su realización en concreto es un tema pendiente.

Por el momento en el Proyecto quieren aprovecharse los datos de los bosques en pruebas de orígenes y procedencias situados en tres zonas del país, las zonas sur, centro y norte. En éstas se están probando las semillas colectadas de árboles madres ubicados en una red de puntos equidistantes del bosque natural de Australia, de donde son originarios los Eucalyptus.

En las tres zonas consideradas existen variables que pueden influenciar en el crecimiento, por eso si se evalúan estos resultados superficialmente hay peligro de equivocarse. Por este motivo, los resultados tienen

---

<sup>1</sup> Ing. Agr. Jefe, Primer Oficina de Investigación. Centro de Mejoramiento Genético de Kansai, Japón.

que ser analizados correctamente y sería más conveniente subdividir las zonas de forestación considerando características climatológicas, geográficas y de suelo, aumentándose así el número de bosques en pruebas de orígenes y procedencias. Con estos bosques en un futuro próximo podremos elegir las semillas más aptas para la forestación.

## II. BOSQUES EN PRUEBAS DE ORÍGENES COMO FUENTE DE RECURSOS GENÉTICOS.

No podemos prever con exactitud en el futuro que tipo de genes (ADN) serán necesarios para el mejoramiento genético forestal y tampoco se sabe muy bien que parte del ADN se relaciona con la adaptación al ambiente y la fisiología de los árboles. Por estos motivos es muy importante que existan bosques con una gran variabilidad genética para que en un futuro puedan servir como fuente de recursos genéticos.

### II.1. Variabilidad genética de la población natural.

Todos los seres vivos en la naturaleza tanto silvestres como vegetales cultivados o animales domésticos presentan variabilidad entre grupos, individuos, e incluso algunas veces el mismo organismo presenta variabilidad dentro de sí mismo. A las diferencias existentes entre seres vivos se le denomina variabilidad. En su estado natural los seres vivos presentan una rica variabilidad.

Las características de los seres vivos pueden ser morfológicas (como la forma de hojas y flores), fisiológicas (crecimiento, resistencia) y ecológicas que aparecen en condiciones ecológicas particulares.

Por otra parte, las características pueden dividirse en cuantitativas y cualitativas. Las características cualitativas como la forma y color de la flor y la hoja pueden individualizarse claramente; normalmente la herencia de estas características esta regulada por uno o pocos genes. Las características cuantitativas como crecimiento, calidad y resistencia pueden expresarse en términos de cantidad o magnitud. La herencia de estas características cuantitativas esta regulada por muchos genes ubicados en diferentes loci genéticos.

La variabilidad genética determina que, aun creciendo en las mismas condiciones, los individuos presenten diferencias entre ellos. Además, las semillas puedan tener características diferentes a las de sus progenitores.

La variabilidad de una población natural se forma gradualmente en el proceso de propagación generacional. Esta variación se puede dividir en seis tipos:

- 1) Variación filogenética. Cuando una planta se propaga en todas direcciones se da una concentración en grupos con características similares que, a su vez, se diferencian de otros grupos.
- 2) Variabilidad geográfica. Es la variación genética que existe en respuesta a la adaptación a las condiciones geográficas tales como altitud y latitud.
- 3) Variabilidad ecológica. Es aquella variabilidad que se origina por la adaptación a condiciones ecológicas o ambientales tales como temperatura, humedad, características del suelo, intensidad de luz y presencia de otras plantas y animales en su hábitat natural.
- 4) Variabilidad de distribución. No existe una causa definida que determine esta variabilidad. Es decir que no es provocada por ninguna presión de selección impuesta por condiciones del ambiente tales como altitud, latitud u otras condiciones ecológicas o ambientales. Es bastante común, por ejemplo, en la forma o tamaño de las hojas, que generalmente no tiene relación con la selección natural.

5) Variabilidad familiar. En un bosque conviven padre, hijos y hermanos que viven relativamente cerca. Estos integran un grupo que tiene características particulares de esa familia.

6) Variabilidad imprevista. Los seres vivos en estado natural, por alguna causa desconocida, modifican la función o estructura de sus genes o cromosomas y, consecuentemente, cambian su estructura genética. No se conoce muy bien la causa de estas mutaciones naturales, pero se cree que es una característica intrínseca

de los genes y hace posible el desarrollo de los seres vivos. Su frecuencia de aparición es muy baja, ocurriendo en un gen con una frecuencia de entre  $1 \times 10^{-5}$  y  $1 \times 10^{-6}$  por generación. Dentro de la variabilidad imprevista hay variabilidad imprevista de genes, de cromosomas y de citoplasma..

También existe variabilidad causada por cruzamientos. La variabilidad en los genes debida a cruzamientos se genera por recombinación y entrecruzamiento en el proceso de meiosis, lo que produce, consecuentemente, cambios en las características que pueden ser heredados. Con menor frecuencia, los genes presentes en el citoplasma materno pueden interactuar con los genes del núcleo paterno, creándose así una variación que también es transmisible.

Estos son conceptos generales sobre la variación genética que se está generando o conservando en las poblaciones naturales de bosques. Existen ya varios informes que han reportado una gran variabilidad genética en bosques naturales de Sugi (*Criptomeria japonica*), Hinoki (*Chamaeciparis obtusa*) y Todomatsu (*Abies sachalinensis*) en Japón.

Las semillas utilizadas para realizar los bosque de prueba de origen han sido colectadas en bosques naturales de Australia, de donde son originarios los Eucalyptus, en una red de puntos equidistantes. Puede esperarse entonces que estas presenten una gran variabilidad genética. Seguramente los estudios que se están realizando conducirán a determinar la magnitud de la variabilidad que tienen estos bosques en prueba de origen.

## II.2. Ampliación de la variabilidad.

La ampliación de la variabilidad genética es un método eficaz para adquirir características útiles y obtener efectos de mejoramiento genético en próximas generaciones. Por cruzamientos puede crearse nueva variación genética, sobre todo cuando se utilizan progenitores que estaban muy distanciados entre sí. Es posible entonces crear nueva variación genética haciendo cruzamientos entre los árboles originariamente más distantes, que actualmente están en los bosques en prueba de origen.

## II.3. Reducción de la variabilidad.

Desde el punto de vista del mejoramiento genético es muy importante conocer como ocurre el proceso de selección en la población natural y realizar artificialmente una elección útil de los mejores individuos aprovechando la variabilidad existente. Aquí el término selección significa la eliminación de algunas características por vía natural o artificial y elección significa cuando artificialmente se eligen positivamente características útiles, es decir mejoramiento genético por elección.. El mejoramiento genético causado por selección es lento mientras que por elección es más rápido. Consecuentemente, en un grupo de árboles plus elegidos por alguna característica útil, su variabilidad genética es estrecha. En un bosque formado con pocos árboles plus vía propagación vegetativa, la variación genética es aún más estrecha.

## II.4. Función de los bosques de prueba de origen como fuente de recursos genético.

Dado que en Uruguay no habían bosques autóctonos de árboles económicamente útiles y la forestación se está realizando con árboles importados, es necesario que hallan bosques de conservación de recursos

genéticos lo más amplios posible, que puedan ser utilizados para mejoramiento genético en el futuro. En este sentido, los bosques en pruebas de origen tendrán una función muy importante al servir como una parte de los bosques de conservación de recursos genéticos. Es imprescindible entonces, conservar los bosques en pruebas de origen y no perder su gran variación genética.

### III. UTILIZACIÓN DE LOS BOSQUES EN PRUEBA DE ORÍGENES PARA MEJORAMIENTO GENÉTICO.

#### III.1. Creación de razas mejoradas.

El mejoramiento de la productividad en silvicultura depende de tres factores: 1) elección de la tierra apta para forestación, 2) elección de plantas de buena calidad y 3) manejos adecuados para un correcto desarrollo del bosque.

Durante el largo período de crecimiento de los árboles, actualmente no podemos esperar modificar artificialmente las condiciones climatológicas o edáficas ni protegerlos correctamente de las enfermedades o daños causados por insectos. Por ello se necesitan plantas que tengan, además de un buen potencial de crecimiento y calidad de madera, características de resistencia a estas condiciones incambiables. Las personas que trabajan en mejoramiento genético forestal instintivamente tendrán deseos de obtener los mejores resultados posibles. El mejoramiento genético logrado por selección puede estimarse a través de la diferencia entre la media de los árboles plus y la media del bosque del cuál fueron seleccionados, multiplicada por la heredabilidad de esa característica. Las características objeto de mejoramiento genético tienen una heredabilidad determinada la cual normalmente no es muy alta. Por eso, para que el mejoramiento genético pueda tener efectos importantes, deben elegirse los árboles plus que se aparten lo más posible de la media poblacional. Además, el bosque en donde se eligen estos árboles plus debe tener una abundante variabilidad genética. Los programas de mejoramiento genético en el futuro deberán trabajar para ampliar la variabilidad genética, mejorar la resistencia, la adaptabilidad y la calidad de madera. Para poder cumplir todos estos objetivos, los bosques en pruebas de origen, como si fueran poblaciones naturales, tendrán una función muy importante al servir como fuente de recursos genéticos utilizables para el mejoramiento genético.

#### III.2. Elección de individuos resistentes.

En Brasil, la principal especie de *Eucalyptus* que se utiliza, el *E. grandis*, es afectada por varias enfermedades. La más importante, el "canker" es causada por *Diaporthe conorum* y provoca la muerte de los troncos. Otra enfermedad, causada por *Guignardia loricata* determina que se mueran los puntos de crecimiento; también se da otra enfermedad causada por hongos *Coleosporium*, llamada enfermedad de la oxidación. Por resistencia a "canker" se han elegido individuos resistentes, los cuales ya se están utilizando.

En el Uruguay, con el incremento de la superficie implantada con bosques y con el transcurso del tiempo, en el futuro también pueden aparecer epidemias o ataques de insectos. Para seleccionar individuos resistentes a estos factores, sería conveniente elegirlos dentro de los árboles ya mejorados genéticamente, así también tendrían muy buenos rendimientos. Pero normalmente, el porcentaje de árboles plus que muestran resistencias es extremadamente bajo. Por este motivo, la búsqueda de genes de resistencia sería mejor hacerla en los bosques en prueba de orígenes. Yo personalmente he tenido esta experiencia; la principal especie forestal en Japón, el Sugi (*Cryptomeria japonica*), es dañada por un insecto del grupo *Cerambycidae*. Procurando encontrar árboles resistentes, en un primer momento he buscado en un bosque de árboles plus de 305 clones. Aquí solo he podido encontrar 3 árboles candidatos a ser utilizados en mejoramiento genético para resistencia. En otros bosques del mismo tamaño pero provenientes de semillas he podido encontrar 3 a 5 veces más de los árboles candidatos. Esto se explica porque el Sugi es una especie ya altamente mejorada genéticamente en Japón por lo que presenta una variabilidad genética bastante estrecha. Sin embargo, en las poblaciones naturales provenientes de semillas, siendo una especie autóctona todavía mantiene una gran variabilidad.

### III. 3. Utilización de la adaptabilidad (conocimiento de características y creación de razas de características múltiples).

El *Pinus contorta* tiene una gran distribución desde California y Colorado (USA) hasta la parte norte-occidental de Canadá. Existe un dihíbrido de esta especie derivado del cruzamiento entre una variedad

continental y otra de zona costera que tiene una adaptabilidad muy amplia, pudiendo crecer bien en una tierra pobre que recibe muchos vientos. Un híbrido de karamatsu (*Larix*) europeo y karamatsu japonés presenta muy buen crecimiento en Europa. Otro híbrido, entre *Pinus rigida* y *Pinus taeda*, crece muy bien en las condiciones de Corea. Todos estos ejemplos demuestran claramente que los cruzamientos tanto entre como dentro de especies permiten aumentar la adaptabilidad. Así, es posible esperar obtener híbridos con mayor adaptabilidad mediante cruzamientos entre individuos provenientes de orígenes distantes, incluidos en los bosques en prueba de orígenes. Como he dicho anteriormente, sería conveniente subdividir las tres zonas sur, centro y norte considerando más detalladamente las características climatológicas, geográficas y edáficas y crear bosques de prueba de orígenes utilizando semillas obtenidas de las pruebas de origen ya existentes. Es muy posible que puedan encontrarse así razas más adaptadas.

### III. 4. Elección de árboles plus.

Los bosque actuales donde se eligieron los árboles plus tienen una dimensión demasiado pequeña así como una estrecha variabilidad genética. Para desarrollar en buena forma el mejoramiento genético, sería conveniente también utilizar las pruebas de origen como bosques donde elegir árboles plus.

Para terminar, deseo que estas pequeñas pruebas de origen ubicadas en tres zonas, que actualmente están en crecimiento, sean bien utilizadas por el Programa Forestal del INIA para contribuir a un gran desarrollo de la silvicultura uruguaya.