



# Divulgación técnica

Julio, 2024

Departamento de Investigación Forestal

***Mejoramiento genético:***

## **El mejoramiento genético de especies forestales**

### **Introducción**

El mejoramiento genético forestal consiste en un conjunto de técnicas, arte y ciencia que utiliza como base la variación natural y la heredabilidad de genes en los árboles, con el objetivo de mejorar uno o varios factores y procesos de interés para incrementar la producción y la calidad de las plantaciones forestales con fines industriales; por ejemplo: propiedades físicas o químicas de la madera, selección e incremento en el número de árboles de alto valor comercial, acelerar el crecimiento de las plantaciones, obtener cosechas tempranas, resistencias a plagas y enfermedades y adaptabilidad ante el cambio climático.

Se busca disponer de árboles con mayor adaptabilidad a condiciones de sitio específicos

que permitan obtener productos en mayor cantidad y mejor calidad. (Murillo, O; Espitia, M. y Castillo, C. 2027)

En el país se han desarrollado acciones para evaluar y disponer de material genético forestal; al respecto el Instituto Nacional de Bosques -INAB- en coordinación con la Cooperativa Internacional para la conservación y domesticación de los recursos forestales -CAMCORE-, el sector privado y la academia ejecuta estrategias para el mejoramiento genético y conservación de especies forestales a nivel del país.



## El mejoramiento genético y conservación de germoplasma

Para plantaciones forestales uno de los objetivos principales del mejoramiento genético consiste en el aumento de la productividad y adaptabilidad de especies, así como la conservación a largo plazo de la diversidad genética existente (Sotolongo *et al.*, S/F).

### Identificación de fenotipos superiores o árboles plus

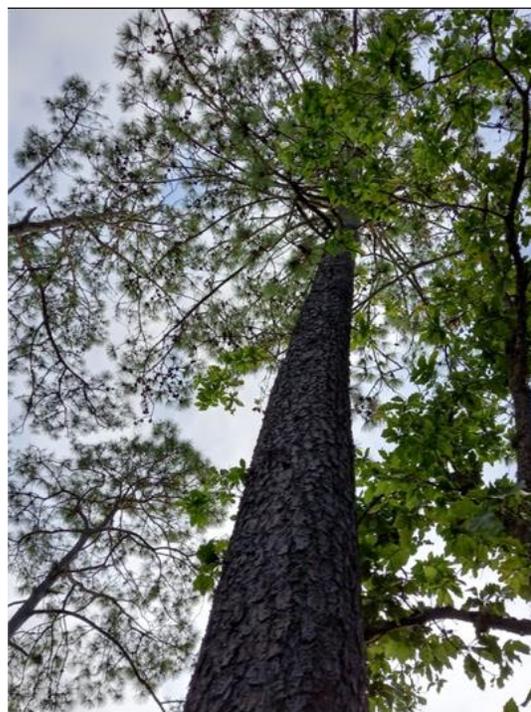
La apariencia de un árbol (fenotipo); es el resultado de la acción conjunta de su constitución genética (genotipo) y el ambiente en el que se ha desarrollado.

El proceso del mejoramiento genético de especies forestales inicia con la identificación de las poblaciones base, donde se seleccionan los fenotipos superiores, se colecta la semilla de estos fenotipos (familias), para establecer ensayos genéticos, que permiten evaluar el potencial genético o hereditario de las familias en diferentes condiciones de sitio; una vez se determinan las familias con mejor desarrollo y características se establecen huertos semilleros o jardines clonales comprobados y huertos con polinización controlada (Lopez, 2024).

Los árboles plus de especies forestales que conservan características fenotípicamente deseables y superiores para utilizarlos como progenitores en las poblaciones de mejoramiento y producción (Vallejos *et al.*, 2010).

En Guatemala, las especies a las cuales se han identificado árboles plus en las poblaciones base; y de las que existe disponibilidad de semilla para el sector forestal, son: pino de la sierra (*Pinus tecunumanii*), pino candelillo (*Pinus maximinoi*), caoba del norte (*Swietenia macrophylla*), Caoba del sur, (*Swietenia humilis*), palo blanco (*Roseodendron donnell-smithii*), pino ocote (*Pinus oocarpa*), pino de Petén (*Pinus caribaea*), teca (*Tectona grandis*), entre otras especies.

Figura 1.  
Individuo identificado como fenotipo superior de *Pinus oocarpa*



Nota: extraído de Gómez, 2023.



Tabla 1.

Parámetros técnicos para seleccionar árboles con características superiores (árboles plus)

Parámetros y características a evaluar
Diámetro superior al promedio del rodal
Mayor altura comercial
Rectitud del fuste
Angulo de inserción de las ramas cercano a 90° (solo para coníferas)
Menor cantidad de ramas por metro de fuste
Menor grosor de ramas
Tamaño de la copa (debe tener del 30 a 50% de ramas respecto al fuste)
Sin ningún defecto o daño de forma
Sano y libre de enfermedades

Nota: extraído y modificado de Vallejos et al., (2010) y Gómez, (2023).

## Ensayos genéticos

Los ensayos genéticos también llamados pruebas genéticas son procesos de largo plazo; se establecen con el objetivo de verificar que tan buen genotipo (familias) tiene la selección (Sotolongo *et al.*, S/F).

Un buen fenotipo no es necesariamente un buen genotipo, es por ello que los estudios de descendencia son necesarios para estimar el valor genético de un individuo. Estas pruebas permiten la selección de los mejores genotipos para producción de semilla y establecimiento de huertos semilleros (Sotolongo *et al.*, S/F).

Al 2024, el INAB ha establecido y monitoreado 14 ensayos genéticos de primera, segunda y tercera generación.

Figura 2.

Proceso para el establecimiento de ensayos genéticos





Con cada ciclo de reproducción forestal se busca una mejora adicional en crecimiento (rápido crecimiento de los árboles), árboles sanos (libres de enfermedades y plagas), con buena forma y vigorosos.

Tabla 2.

Ensayos genéticos establecidos por INAB

Especie	No. de ensayos
<i>Pinus tecunumanii</i>	3
<i>Pinus maximinoi</i>	4
<i>Roseodendron donnell-smithii</i>	2
<i>Tectona grandis</i>	3
<i>Pinus caribaea</i>	2

Nota: modificado de Lopez, (2024)

### Jardines clonales

Los jardines clonales representan un paso importante en el suministro de material genéticamente mejorado para plantaciones forestales.

En estos jardines se establece la colección de los árboles plus seleccionados para la especie de interés. Cada árbol plus es propagado a partir de brotes en el tocón, o utilizando otras técnicas de propagación vegetativa. Todas y cada una de las estaquillas que se logren reproducir de un mismo árbol plus son copias genéticamente idénticas (Badilla y Murillo, 2005).

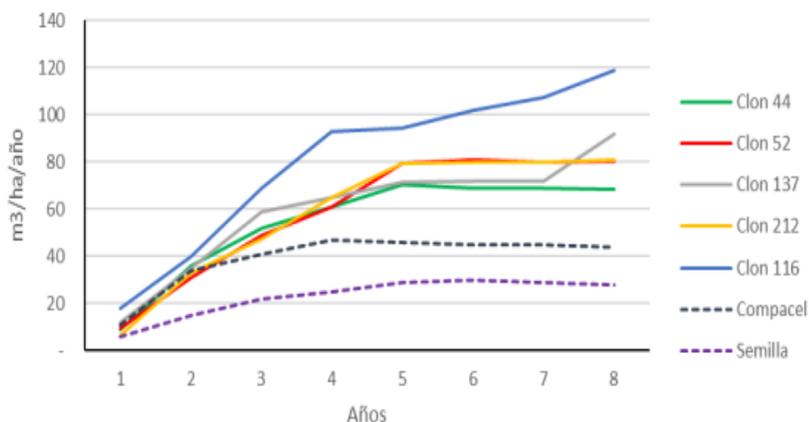
En Guatemala la iniciativa privada ha establecido programas de selección y clonación de varias especies como eucalipto (*Eucalytus urograndis*), teca (*Tectona grandis*), Melina (*Gmelina arborea*) y palo blanco (*Roseodendron donnell-smithii*) con el fin de obtener alta productividad en biomasa o madera en plantaciones; los resultados han sido satisfactorios en términos de reducción de costos de manejo forestal y obtención de volúmenes entre 2 y 4 veces mayores a los obtenidos con semilla.

Un claro ejemplo del éxito obtenido con jardines clonales, ha sido la selección y desarrollo de clones de alta productividad de *Eucalyptus urograndis*, proyecto desarrollado por Grupo Pantaleón en la costa sur de Guatemala.

El proyecto consistió en el establecimiento de un ensayo, monitoreado durante 8 años con datos cualitativos y cuantitativos de 60 clones de cada árbol plus seleccionado. Con estos datos y descartando clones con daños por viento y/o enfermedades, seleccionaron los 5 que presentaron mayores incrementos medios anuales -IMA- en m<sup>3</sup> por hectárea al año.

Figura 1.

IMA volumen clones *Eucalyptus urograndis*



Nota: Del cid, (2019)

En la figura 1, se compara el crecimiento en términos de IMA volumen, de los clones seleccionados, además se incluyen muestras de árboles producidos con semilla y un clon de Brasil, de la empresa Compacel.

Al comparar los clones contra la muestra obtenida de semilla, se evidencia una diferencia bien definida con todos los clones; con respecto al clon de Compacel se puede observar que el material genético que posee Pantaleón es mucho más productivo. El comportamiento de los clones 116 y 137 en los que el crecimiento ascendente continúa, aún en el año 8. (Del cid, 2019).



Figura 3.  
Clones de palo blanco (*Roseodendron donnell-smithii*)



Nota: extraído de Lopez, (2024)

## Conclusión

Si bien el proceso de mejoramiento genético es un ciclo de largo plazo y muy dinámico; este proceso no solo reduce los costos de manejo forestal, sino que también permite obtener volúmenes de madera significativamente mayores.

La conservación de germoplasma y el establecimiento de huertos semilleros y jardines clonales son fundamentales para rescatar la diversidad genética y asegurar la disponibilidad de material mejorado para futuras plantaciones.

Como país hemos avanzado en el mejoramiento genético, aunque aún nos quedan retos por cumplir, estos esfuerzos contribuyen a la sostenibilidad y rentabilidad del sector forestal.

## Bibliografía

- Badilla Valverde y Murillo Gamboa, O. (2005). Establecimiento de jardines clonales. Kurú: Revista Forestal (Costa Rica) 2(6) 69-72
- Del cid, R. 2019. Selección y desarrollo de clones de alta productividad de *Eucalyptus urograndis*. *Revista Forestal de Guatemala*. 4, 12-13.
- Lopez, H. (junio de 2024) Curso de Mejoramiento Genético Forestal [diapositivas de PowerPoint].
- Murillo, O., Espitia, M. y Castillo, C. 2027. Mejoramiento Genético Forestal. Universidad Nacional de Ciencias Forestales. Honduras.
- Sotolongo Sospedra, R., Geada López, G., Cobas López, M., (S/F). Mejoramiento Genético Forestal. Texto para estudiantes de Ingeniería Forestal.
- Vallejos, J., Badilla, Y., Murillo, O. (2010). Metodología para la selección e incorporación de árboles plus en programas de mejoramiento genético forestal. *Agronomía Costarricense* 34(1): 105-119

Bibliografía citada disponible para consulta  
en el Centro de Información Forestal



**CINFOR-WEB**  
CENTRO DE INFORMACIÓN  
FORESTAL

